Biosystematics and Ecology 4 2025, 9–146 | DOI 10.1553/biosystecol.4.e154327 Catalogues/Checklist

Characeen Österreichs. Checkliste, Atlas und Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae)*

Michael Hohla[1], Heiko Korsch[2], Markus Hofbauer[3], Karl-Georg Bernhardt[4], Wolfgang Diewald[5], Ilse Foissner[6], Dietmar Jäger[7], Karin Pall[8], Ulrike Prochinig[9], Michael Schagerl[3], Klaus van de Weyer[10], Thomas Gregor[11]

1 *Obernberg am Inn, Austria*
2 *Themar, Germany*
3 *Universität Wien, Wien, Austria*
4 *Universität für Bodenkultur Wien, Wien, Austria*
5 *Büro für Botanik, Straubing, Germany*
6 *Universität Salzburg, Salzburg, Austria*
7 *Hohenems, Austria*
8 *Systema Bio- und Management Consulting GmbH, Wien, Austria*
9 *Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 8 Umwelt, Naturschutz und Klimaschutzkoordination, Klagenfurt, Austria*
10 *lanaplan GBR, Nettetal, Germany*
11 *Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum, Abteilung Botanik und Molekulare Evolutionsforschung, Frankfurt am Main, Germany*

Corresponding author: Michael Hohla (m.hohla@eduhi.at)

Academic editor: Christian Sturmbauer ♦ **Received** 30 March 2025 ♦ **Accepted** 5 May 2025 ♦ **Published** 23 July 2025

Abstract

In the course of the project "Charophytes of Austria", 7.577 records of stoneworts have been documented from 2005 to 2025. With the collected data and considering also historical records, we compiled a monograph of this group for the first time for Austria, including a checklist, species distribution maps and a Red List. A total of 35 species has been identified. Species records and IUCN Red List categories to classify their endangerment are provided for each federal state of Austria and habitats therein. The monograph is divided in two parts. The general section deals with the history of research with special emphasis on flora aspects, systematics and nomenclature, ecology and physiology, and nature conservation. The special section describes habitats, causes of endangerment, altitudinal distribution, morphology, ecology, population development and distribution of individual species, with references and distribution maps of all species provided. The data collected in the project were compiled in the database "Characeae Austria" and are available on the internet.

Zusammenfassung

Im Zuge des Projektes „Characeen Österreichs" wurden von 2005 bis 2025 7.577 Funddaten von Armleuchteralgen (Characeae) dokumentiert. Erstmals gibt es nun eine Monografie der Characeen Österreichs mit Checkliste, Verbreitungskarten der Arten und Roter Liste. Insgesamt konnten 35 Arten nachgewiesen werden. Nachweise und Gefährdungsgrade der einzelnen Arten werden detailliert für die einzelnen Bundesländer und Naturräume angegeben. Im allgemeinen Teil der Monographie werden die Erforschungsgeschichte der Characeenflora, Systematik und Nomenklatur, Ökologie und Physiologie, Lebensräume und Naturschutz behandelt. Im speziellen Teil werden Habitate und deren Gefährdung, Angaben zum Vorkommen der Arten auf verschiedenen Seehöhen, deren Morphologie, Ökologie, Bestandsentwicklung und Verbreitung mit Quellenangaben und Verbreitungskarten beschrieben. Die Characeen-Österreich-Datenbank mit allen Funddaten ist online abrufbar.

* *Gewidmet Elsa-Lore Kusel-Fetzmann (1932–2020), der „Grande Dame" der österreichischen Algenkunde.*

Copyright *Michael Hohla et al.* This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Key Words

Stonewort, *Chara*, *Lychnothamnus*, *Nitella*, *Nitellopsis*, *Sphaerochara*, *Tolypella*, Characeae, Charales, freshwater green alga, aquatic plant, macrophyte, macroalga, checklist, Red List, Austria

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 12
2. Allgemeiner Teil 12
    2.1. Geschichte der floristischen Erforschung der Characeen in Österreich 12
        2.1.1. Das 19. Jahrhundert 13
        2.1.2. Das 20. Jahrhundert 27
        2.1.3. Das 21. Jahrhundert 31
    2.2. Systematik und Nomenklatur 35
    2.3. Ökologie und Physiologie von Armleuchteralgen 37
        2.3.1. Einleitung 37
        2.3.2. Thallusmorphologie und Fortpflanzung 37
        2.3.3. Zytologie und Zellphysiologie – Armleuchteralgen als Modellsysteme 38
            Bau der Internodialzellen 38
            Zytoskelett und Plasmaströmung 41
            Elektrophysiologie (Ionenhaushalt und Ionenströme) und Wassertransport 42
            Gravitropismus der Rhizoide und Protonemata 42
            Vor- und Nachteile des Modellsystems 42
        2.3.4. Armleuchteralgen und Umweltfaktoren – bidirektionale Effekte 42
            Strahlung und Nährstoffversorgung 43
            pH-Wert und biogene Kalkfällung 44
            Salzgehalt 44
            Biotische Interaktionen 45
        2.3.5. Conclusio 45
    2.4. Lebensräume von Armleuchteralgen, deren Entwicklung und Bedrohung 46
        2.4.1. Seen (natürliche Seen, Speicherseen, Badeseen, Baggerseen) 47
        2.4.2. Teiche und Weiher (Fischweiher, Bewässerungsteiche, Löschteiche, Gartenteiche) 49
        2.4.3. Flusssysteme (natürliche und regulierte Flüsse, Nebenarme, Altwässer, Stauseen) 50
        2.4.4. Bäche (inklusive Nebengewässer, Nebenarme, Gumpen) 52
        2.4.5. Moore (Schlenken, Torfstiche, Entwässerungsgräben) 52
        2.4.6. Ephemere Klein- und Kleinstgewässer (Tümpel, Pfützen, Gräben, Ackersutten, Waldgräben, Fahrspuren, neu angelegte Amphibiengewässer, Regenrückhaltebecken, Bassins usw.) 53
        2.4.7. Quellen (Quellfluren, Sickerquellen) 54
        2.4.8. Salzbeeinflusste Lebensräume (Neusiedler See, Lacken, Salzwiesen, Salzgräben) 54
    2.5. Naturschutz 55
        2.5.1. Gefährdungsursachen 55
        2.5.2. Was kann man tun, um den Armleuchteralgen zu helfen? 59
3. Spezieller Teil 59
    3.1. Methodik 59
    3.2. Datenlage 60
    3.3. Untersuchungsgebiet 61
    3.4. Verwendete Abkürzungen, Kategorien und Fachausdrücke 62

3.5. Rote Liste der Characeen Österreichs 63
3.5.1. Methodik und Kategorien der Rote-Liste-Einstufungen 63
3.5.2. Rote-Liste-Tabelle 65
3.5.3. Ergebnisse – Rote Liste der Characeen Österreichs 65
3.6. Auswertungen – Statistik 66
Erkenntnisse 67
3.7. Checkliste – Artenporträts mit Punkt-Verbreitungskarten 75
Chara aculeolata Kütz. / Vielstachel-Armleuchteralge 75
Chara aspera Willd. / Rau-Armleuchteralge 76
Chara baltica (Hartman) Bruzelius / Baltikum-Armleuchteralge 77
Chara baueri A.Braun / Bauer-Armleuchteralge 78
Chara braunii C.C.Gmelin / Braun-Armleuchteralge 78
Chara canescens Loisel. / Grau-Armleuchteralge 79
Chara connivens A.Braun / Bogen-Armleuchteralge 81
Chara contraria Kütz. / Gegensatz-Armleuchteralge 82
Chara curta Kütz. / Verkürzt-Armleuchteralge 83
Chara dissoluta Leonh. / Nackt-Armleuchteralge 84
Chara filiformis A.Braun / Faden-Armleuchteralge 85
Chara globularis Thuill. / Zerbrechlich-Armleuchteralge 86
Chara gymnophylla (A.Braun) A.Braun / Nacktblatt-Armleuchteralge 88
Chara hispida L. / Steifborstig-Armleuchteralge 90
Chara papillosa Kütz. / Kurzstachel-Armleuchteralge 93
Chara strigosa A.Braun / Striemen-Armleuchteralge 94
Chara subspinosa Rupr. / Furchenstachel-Armleuchteralge 95
Chara tenuispina A.Braun / Dünnstachel-Armleuchteralge 97
Chara tomentosa L. / Hornblatt-Armleuchteralge 98
Chara virgata Kütz. / Fein-Armleuchteralge 100
Chara vulgaris L. / Gewöhnlich-Armleuchteralge 101
Lychnothamnus barbatus (Meyen) Leonh. / Bartglanzleuchteralge 105
Nitella capillaris (Krock.) J.Groves / Haarfein-Glanzleuchteralge 106
Nitella confervacea (Bréb.) J.Groves / Zwerg-Glanzleuchteralge 107
Nitella flexilis (L.) C.Agardh / Biegsam-Glanzleuchteralge 108
Nitella gracilis (J.E.Smith) C.Agardh / Zierlich-Glanzleuchteralge 110
Nitella hyalina (DC.) C.Agardh / Vielast-Glanzleuchteralge 111
Nitella mucronata (A.Braun) Miq. / Stachelspitzen-Glanzleuchteralge 112
Nitella opaca (Bruzelius) C.Agardh / Dunkel-Glanzleuchteralge 113
Nitella syncarpa (Thuill.) Chev. / Verwachsenfrucht-Glanzleuchteralge 114
Nitella tenuissima (Desv.) Kütz. / Schirm-Glanzleuchteralge 116
Nitella translucens (Pers.) C.Agardh / Schimmernd-Glanzleuchteralge 117
Nitellopsis obtusa (Desv.) J.Groves / Sternglanzleuchteralge 119
Sphaerochara canadensis (Sawa) Soulié-Märsche / Kanada-Kugelleuchteralge 120
Sphaerochara intricata (Roth) Feist-Castel & N.Grambart / Verworren-Kugelleuchteralge 120
Sphaerochara prolifera (A.Braun) Soulié-Märsche / Sprossend-Kugelleuchteralge 121
Tolypella glomerata (Desv.) Leonh. / Klein-Baumleuchteralge 122
Tolypella nidifica (O.F.Müll.) A.Braun / Ostsee-Baumleuchteralge 123
4. Dank 124
5. Literatur & weitere Quellen 126
5.1. Literatur 126
5.2. Weitere Quellen 145
Suppl. material 1 138

1. Einleitung

Figure 1. Janus – der römische Gott des Anfangs und des Endes (Foto: Sailko, CC BY-SA 3.0, wikimedia 2025; Friedrich W. Nietzsche 1844–1900, aus: Colli and Montinari 1988).

Jedes Ding hat zwei Gesichter, eins des Vergehens, eins des Werdens.

Armleuchteralgen sind aus vielerlei Hinsicht interessante Organismen. Sie sind „lebende Fossilien" und besetzen in erstaunlicher Art und Weise ökologische Nischen. Letzteres hat es ihnen ermöglicht, über eine so lange Zeit zu existieren. Sie sind die letzten Überlebenden eines Stammes, dessen Vertreter über 400 Millionen Jahre alt sind. Versteinerte Fossilien („Gyrogoniten") aus Gotland in Schweden zeigen, dass sie damals die Meere besiedelt hatten (Conkin and Conkin 1992; Feist et al. 2005). Mit ihren langlebigen Oosporen schaffen sie immer wieder den Sprung in die Zukunft. Die meisten der heutigen Characeenarten bewohnen Süßwasser; nur wenige findet man in Brackwasserzonen, hingegen einige in sehr salzigen Biotopen. In Europa sind aktuell 63 Arten bekannt (Schubert et al. 2024); weltweit sind es etwa 450 heute noch vorkommende Arten (Guiry 2024).

Armleuchteralgen zeigen zwei Gesichter (Fig. 1) bzw. nutzen zwei Strategien, um sich zu etablieren: In Seen bilden sie bei passenden Bedingungen dauerhafte, stabile Vorkommen (Fig. 2). Dort können sie in größere Tiefen vordringen als Gefäßpflanzen. Außerhalb davon sind sie vor allem ephemere Opportunisten, die jegliche Art von neuen Gewässern nutzen. Durch die natürliche, aber auch menschgemachte Dynamik bieten sich laufend neue Gelegenheiten für sie. In den Teichen, Tümpeln und Gräben ist es vor allem die Langlebigkeit, der im Bodenschlamm enthaltenen Oosporen und deren Verschleppung durch Wasservögel, die sie zu erfolgreichen Pionieren macht. Gerade diese unsteten Vorkommen haben den Armleuchteralgen zu einem gewissen „Ruf der Undurchsichtigkeit" verholfen (Krause 1980). So heißt es etwa in Migula (1897): „*Oft wird man freilich vergeblich nach ihnen an Localitäten suchen, die für sie wie geschaffen scheinen und manchmal wieder finden sie sich an Stellen, wo man sie nie vermuthet hätte*".

Manche Characeen, vor allem jene in oligotrophen Seen vorkommenden Arten, gelten als gute Indikatorpflanzen. Diese reagieren empfindlich auf Veränderungen wie etwa Eutrophierung. Mithilfe der Armleuchteralgengemeinschaft lassen sich also genaue Aussagen über den ökologischen Zustand von Gewässern machen.

Kurzum: Armleuchteralgen sind faszinierend; ein Grund also, sich näher damit zu befassen. Im Zuge dieses Projektes wurden seit dem Jahr 2005 zahlreiche Gewässer auf Armleuchteralgen hin untersucht, Literatur und Datenbanken ausgewertet sowie Herbarbelege revidiert.

Die vorliegende Bearbeitung der österreichischen Characeen fasst die bisherigen Kenntnisse zusammen. Diese sind bezogen auf die Verbreitung der einzelnen Arten im Gebiet ebenso wie im Hinblick auf die Intensität der Beschäftigung mit den verschiedenen Lebensräumen der Characeen noch heterogen, teilweise sogar lückenhaft. Selbst manche Artzuordnungen sind noch nicht gesichert, sodass die Erforschung der Characeen Österreichs keineswegs als abgeschlossen anzusehen ist. Die vorliegende Publikation soll auch Wissenslücken aufzeigen und zu einer weiteren Erforschung der Armleuchteralgen Österreichs anregen.

> „*So hauchfeine Ideen getreulich wiederzugeben, kommt dem Versuch gleich, einen Gegenstand nach der Natur abzubilden, der sich fortlaufend entzieht oder höchstens flüchtig zeigt. Man hat sich wohl oder übel zu gedulden und weiterzuforschen*" (Joseph Joubert 1754–1824; aus: Ripplinger 2024).

2. Allgemeiner Teil

2.1. Geschichte der floristischen Erforschung der Characeen in Österreich

Michael Hohla

Bereits vor etwa 400 Jahren wurden Armleuchteralgen zwar beachtet, jedoch wegen ihrer ähnlichen Wuchsform mit den Schachtelhalmen verglichen. So findet man im „Pinax Theatri Botanici" von Bauhin (1623) einen Holzschnitt, den dieser als „*Equisetum foetidum sub aqua repens*" bezeichnet, der jedoch zweifelllos eine Armleuchteralge darstellt.

Der wissenschaftliche Gattungsname „*Chara*" wurde von Carl von Linné im Jahr 1753 geprägt, wobei er auf frühere Benennungen zurückgriff. Die Bedeutung von *Chara* ist unklar. Linné beschrieb in seiner Publikation vier Arten: *Chara tomentosa*, *Chara vulgaris*,

Figure 2. Hinterer Langbathsee, Oberösterreich, 1994, Aquarell, Gerhard Würzner (Foto: M. Hohla).

Chara hispida und *Chara flexilis* (Linné 1753), wobei es sich dabei zumeist eher um Artengruppen handelte.

Die vermutlich früheste Angabe von Armleuchteralgen aus Österreich findet man in Wilhelm Heinrich Kramers „Elenchus vegetabilium et animalium per Austriam Inferiorem" (Kramer 1756), der ersten Flora Österreichs. Der lange Zeit als Botaniker zu Unrecht in Vergessenheit geratene **Wilhelm Heinrich Kramer** (getauft am 11.6.1724 in Dresden; †13.10.1765 in Bruck an der Leitha; Taufregister Hofkirche Dresden, Sterbebuch Bruck an der Leitha; Klemun 2012) war Stadtarzt von Bruck an der Leitha. In seinem Elenchus führt Kramer bereits *Chara vulgaris* unter Nennung einiger Synonyme aus Bruck an der Leitha an („*Laytaeponti in rivulo Leyta minor dicto, alibique in aquis pigris, seu segnioribus*"). Er folgt in seinem Werk zwar der Linne´schen Klassifikation (Linné 1753), aber ohne dessen binäre Namensgebung konsequent anzuwenden. Kramer stand sogar mit Carl von Linné in Briefkontakt, der das Werk Kramers ausdrücklich schätzte (Klemun and Hühnel 2017). Ob Kramers Angabe tatsächlich *Chara vulgaris* betraf, ist heute nicht mehr nachvollziehbar.

Chara vulgaris wird in der Folge auch von **Nikolaus Joseph Jacquin** (*16.2.1727 in Leiden; †26.10.1817 in Wien, Klemun and Hühnel 2017) in seiner Wiener Flora „Enumeratio stirpium plerarumque, quae sponte crescunt in agro Vindobonensi, montibusque confinibus" (Jacquin 1762) angegeben, ebenso von **Joseph August Schultes** (*15.4.1773 in Wien; †21.4.1831 in Landshut; Riedl-Dorn 2007), österreichischer Mediziner und Reiseschriftsteller, in seiner „Flora Austriaca" (Schultes 1794), allerdings ohne Nennung eines Fundortes.

Einen weiteren frühen Hinweis auf das Vorkommen von Vertretern der Gattung *Chara* findet man in der „Synopsis Plantarum In Austria Provinciisque Adiacentibus Sponte Crescentium" von **Nicolaus Thomas Host** (*6.12.1761 in Fiume bzw. Rijeka in Istrien; †13.1.1834 in Wien; Anonymus 1959b). Er war Leibarzt Kaiser Franz II., der 1793 am Belvedere auf Hosts Vorschlag einen von Host bis zu seinem Tod geleiteten botanischen Garten anlegen ließ. Host führte in seiner „Synopsis", Linné folgend (s. o.), die Arten *Chara tomentosa*, *Chara vulgaris* (beide „*In aquis stagnantibus*") und *Chara hispida* („*Tergesti in fossis*" = Triest in Gräben) an; die beiden ersten jedoch ohne Angaben von Fundorten. Als Synonym für *Chara tomentosa* wird von Host übrigens noch „*Equisetum fragile majus subcinereum aquis immersum* Moris." genannt (Host 1797).

2.1.1. Das 19. Jahrhundert

Die eigentliche Erforschungsgeschichte der österreichischen Armleuchteralgen begann Anfang des 19. Jahrhunderts in Vorarlberg mit **Jacob Gottlieb Custer**

(*18.5.1789; †10.2.1850; Fig. 3), Bezirksarzt und Botaniker aus Rheineck (HBLS 1924). Er war eines von sieben Kindern von Johann Heinrich Custer (1757–1818) und Margarethe Barbara Messmer von Rheineck (*1764). Johann Heinrich Custer kaufte 1801 vom neuen Kanton St. Gallen die Landvogtei in der Grueb (heute Custerhof), erwarb 1806 das Bürgerrecht von Rheineck und war Kantonsrat und Gerichtspräsident. Jacob Gottlieb Custer war verheiratet mit Marianna Magdalena Merz (1800–1871) von St. Gallen. Dieser Ehe entsprangen wiederum acht Kinder (Burgerbibliothek Bern Archiv und Handschriftenbibliothek, FA Kurz 101).

Figure 3. Jakob Gottlieb Custer (1789–1850), gezeichnet 1849 vom Studienkollegen Fehrlin, Arzt in Schaffhausen (Staatsarchiv St. Gallen, Signatur W 076/1.20.1.6.1.).

Über Custers Familienverhältnisse weiß man dank eines Aufsatzes von Heinrich L. Custer über die Schultagebücher von Jakob Gottlieb Custer gut Bescheid (Staatsarchiv St. Gallen W 076/1.20.1.2). Darin heißt es: „*Der Tagebuchführer Jakob Gottlieb Custer, der langsam ins Studentenalter hineinwuchs, wurde von den damals aufkommenden Wissenschaften mächtig angezogen. Er wäre gerne Botaniker geworden. Der Vater aber, von dem wir wissen, daß er „zur Klasse der ruhigen Pragmatiker gehört", zeigte dafür keine Begeisterung. So wurde Jakob Gottlieb Arzt und betrieb als Nebenfach die Botanik. Er betätigte sich nach abgeschlossenem Studium als k. und k. österreichischer Militärarzt, als Privatarzt und Botaniker eines Fürsten in der Gegend von Moskau und ließ sich später zuerst in Thal und dann in Rheineck nieder.*" (Custer s. d.).

Nicht zuletzt durch einen Nachruf im Staatsarchiv St. Gallen (W 076/1.20.1.5) können wir uns auch heute noch ein Bild über die Person Jakob Gottlieb Custer und dessen Persönlichkeit machen: „*Aus der Appenzellerzeitung von Herrn Dr. Küng eingesandt, wahrsch. St. Gallen, d. 10. Februar starb in Rheineck Hr. M. Dr. Custer in Folge eines Geschwürleidens im Dikdarm. Gerne würden wir gesehen haben, wenn irgend ein St.Gallerblatt einige Zeilen dem Hingeschiedenen gewidmet hätte. Custer war nämlich eine edle Kombination. Seine ausgezeichnet kollegialische Persönlichkeit, seine hohe Begeisterung für die Wissenschaft, in der er so Grosses leistete, seine Bescheidenheit, die sich schon bei innerem Bewusstsein des eigenen Werthes genügte, seine wahrhaft unermüdete Thätigkeit auch ausser dem Berufe, besonders als Freund der Pflanzenwelt werden uns diese Originalität in stetem warmem Andenken erhalten. Wer diesen Mann noch näher kannte u. seine Hülle zu Grabe tragen sah, musste tief ergriffen werden.*".

Jakob Gottlieb Custer erforschte die Pflanzenwelt am Bodensee bei Lindau und Bregenz und im schweizerischen Rheintal (Custer 1821 und 1827). Im Jahr 1816 fand er am Ufer des Bodensees zwischen Rheineck und Fußach u. a. *Nitella hyalina*, worüber später auch Sauter (1837), Braun (1847b), Höfle (1850), Bruhin (1868) und Dalla Torre und Sarnthein (1901) berichteten. Thomas A. Bruhin schrieb, dass er den Beleg zu diesem Fund (sub *Chara pulchella*) noch selber prüfen konnte. Leider sind die Characeenbelege von Custer verschollen. Das Custerherbar liegt zwar zum großen Teil im Naturmuseum St. Gallen, jedoch handelt es sich vor allem um Belege von Gefäßpflanzen (A. Brülisauer, E-Mail); leider fehlen die Armleuchteralgen.

Mit dem „*so eifrigen als gründlichen und gefälligen Botaniker*" Herrn Dr. Custer in persönlicher Verbindung stand der Arztkollege **Anton Eleutherius Sauter** (*18.4.1800 in Großarl; †6.4.1881 in Salzburg; Schiedermayr 1877b; Dalla Torre and Sarnthein 1913; Speta 1988b; Klemun and Fischer 2001; Speta et al. 2019; Fig. 4). Nach dem Besuch des Gymnasiums in Salzburg studierte er Philosophie und Medizin in Graz und Wien. 1826 promovierte er als Arzt an der Universität Wien. Sauter war 18 Monate Sekundärarzt im St. Johanns-Spital in der Stadt Salzburg, dann ein Jahr in Kitzbühel, darauf 1929 Spitals- und Stadtarzt in Bregenz, 1830 Bezirksarzt in Zell am See und ab 1836 in Mittersill. 1839 wurde er Kreisarzt in Ried im Innkreis, 1840 in Steyr. Ab 1848 kehrte er dann als Kreis- und Bezirksarzt in die Stadt Salzburg zurück.

Während des eineinhalbjährigen Aufenthaltes in Bregenz botanisierte er intensiv, zum Teil gemeinsam mit J. G. Custer. Später verfasste er, ebenfalls viele Funddaten von Custer berücksichtigend, die „Schilderung der Vegetationsverhältnisse in der Gegend um den Bodensee und in einem Theil Vorarlbergs" (Sauter 1837), worin er auch einige Characeen berücksichtigte. Zurückgekehrt nach Salzburg sammelte er in den Folgejahren ebenfalls Armleuchteralgen, wie etwa 1872 gemeinsam mit dem aus Ostpreußen stammenden Karl Gustav Sanio (1832–1891; Ascherson 1893) die „*Chara crassicaulis* in Gräben und schnell fließendem Wasser bei Salzburg". Bekannt war Sauter vor allem als Kenner von Moosen und Gefäßpflanzen.

Figure 4. Anton Eleutherius Sauter (1800–1881) (Naturhistorisches Museum Wien).

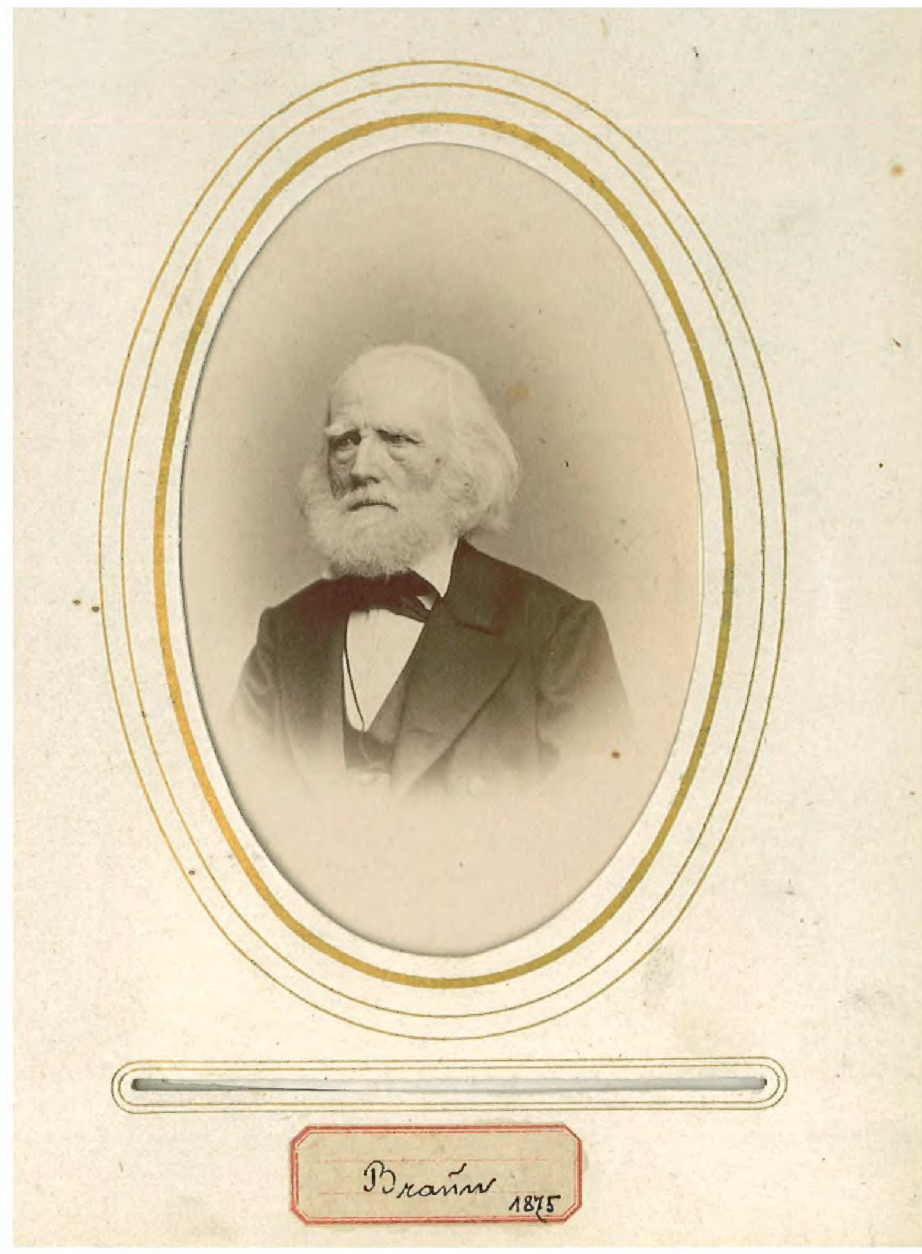


Figure 5. Alexander Carl Heinrich Braun (1805–1877), Foto aus dem „Khek-Botaniker-Album" (Foto: E. Speta).

Vor allem die Arbeiten von **Alexander Carl Heinrich Braun** (*10.5.1805 in Regensburg; †29.3.1877 in Berlin; Mettenius 1882; Wagenitz 2009; Fig. 5) brachten Klarheit zum Artvorkommen in Österreich. Braun war mehrfach in der Schweiz und im Bodenseegebiet unterwegs, sei es um andere Botaniker zu treffen oder aus familiären Gründen, denn seine Frau Adele wuchs bei ihrer Tante in Onnens am Neuenburgersee auf.

Bereits in den Sommerferien 1822 unternahm der 17jährige Braun lange Fußwanderungen durch die östliche Schweiz, bei denen er Gebirgspflanzen sammelte. Am Rückweg besuchte er noch die Insel Mainau und botanisierte an den Ufern des Bodensees (Mettenius 1882). Nachdem er 14 Jahre hindurch eine Stelle als Lehrer an der polytechnischen Schule, später auch als Bibliothekar an der Hofbibliothek in Karlsruhe innehatte und ab 1837 auch Direktor des markgräflichen Naturalienkabinetts war, übernahm er 1846 den Lehrstuhl der Botanik an der Universität Freiburg im Breisgau, außerdem war er Direktor des dortigen Botanischen Gartens. 1849 kam es zu tiefgreifenden Störungen durch die „Stürme der Revolution" in Baden. 1850 nahm er die Berufung als Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens an der Universität Gießen an, wo er jedoch nur wenige Monate blieb. Bereits 1851 berief man Braun an die Universität Berlin und er übernahm dort auch die Direktion des Botanischen Gartens.

Besonders Armleuchteralgen begleiteten Alexander Braun sein gesamtes Leben. Zu den Characeenarten, die er neu für die Wissenschaft beschrieb, gehörten z. B. *Chara connivens*, *Ch. strigosa* und *Ch. tenuispina* (Braun 1835 u. 1847b). Bereits als 15jähriger sammelte Braun bei Karlsruhe eine Armleuchteralge, die sein damaliger Lehrer am Gymnasium Karlsruhe **Carl Christian Gmelin** (1762–1837) im Jahr 1826 in dessen „Flora Badensis Alsatica" neu beschrieb und nach ihm benannte: *Chara braunii* (Gmelin 1826; Bolender and Raabe 2022).

Alexander Braun hatte bei seinen Aufenthalten in der Schweiz einige Seen besucht und wurde von Gewährsleuten, wie etwa von **Franz Xaver Leiner** (1804–1846), Apotheker in Konstanz (Schulz-Weddigen and Wollkopf 2004), unter anderem über die Characeen des Bodensees informiert (Braun 1847b; Schröter and Kirchner 1902).

In den österreichischen Herbarien befinden sich zahlreiche Belege von Armleuchteralgen, die von Alexander Braun bestimmt bzw. revidiert wurden, und viele Botaniker dieser Zeit standen damals mit ihm in Korrespondenz. So erwähnt Braun (1847a) als Lieferanten von österreichischen Characeendaten neben Franz Unger (s. u.) und Ludwig Heufler (s. u.) auch **Heinrich Christian Funck** (*22.11.1771 in Wunsiedel; †14.4.1839 in Gefrees; Schmidt 1893), einen deutschen Apotheker und Kryptogamenexperten (vor allem für Laubmoose), der in den 1790er, 1820er und 1830er Jahren mehrmals in den Salzburger- und Kärntner Alpen botanisierend unterwegs war (Schmidt 1892). Dessen Schriften (z. B. Funck 1794a, b, u. 1832) enthalten jedoch keine Angaben von Armleuchteralgen aus Österreich; auch unter seinen erhalten gebliebenen Herbarbelegen (München, M, Regensburg,

REG, und Bayreuth, UBT) existieren keine Characeenbelege aus Österreich (W. Diewald, H. Korsch, beide E-Mail; Breitfeld et al. 2015). Es ist zu vermuten, dass es solche Belege zwar gab, dass diese an Alexander Braun zur Bestimmung geschickt wurden und dann gemeinsam mit dessen Herbar 1943 in Berlin verbrannten (s. u.).

Aber zurück zu Alexander Braun: Dieser war damals sozusagen „das Maß aller Dinge" in der Characeenforschung. Viele Botaniker wurden von Braun unterstützt und durch ihn angeregt, sich mit Characeen zu beschäftigen. Seine Bestimmungen und Revisionen sind auch heute noch in hohem Maß verlässlich. Manche der von ihm akzeptierten Namen sind aber teilweise nicht mehr „aktuell", z. B. seine *Chara crinita* (der nun gültige Name ist *Chara canescens*), *Chara intermedia* (nun *Chara papillosa*) usw. (s. u., Kapitel Systematik und Nomenklatur).

Braun veröffentliche Grundlagenarbeiten wie etwa über die Characeen der Schweiz, die Characeen Afrikas usw. (Braun 1847b; Braun 1867a). Brauns Fragmente wurden postum nach hinterlassenen Manuskripten vom schwedischen Algenforscher **Carl Fredrik Otto Nordstedt** (*20.1.1838 in Jönköping; †6.2.1924 in Lund) als eine Weltmonographie veröffentlicht (Braun and Nordstedt 1882). Otto Nordstedt, väterlicherseits übrigens ein Nachkomme Carl von Linnés, war ein Spezialist für Armleuchter- und Zieralgen (Gertz 1924).

Von den Beobachtungen Alexander Brauns profitierte etwa **Marc Aurel Höfle** (*2.4.1818 in Markdorf am Bodensee; †4.2.1855 in Heidelberg), praktischer Arzt und Dozent der Medizin an der Universität Heidelberg (Ross 1996). Dessen „Flora der Bodenseegegend" (Höfle 1850) verdankt der „Güte des Herrn Professor A. Braun in Freiburg" viele wertvolle Mitteilungen, darunter auch einige Angaben von Characeen. Allerdings sammelte Höfle gelegentlich auch selber Armleuchteralgen, etwa *Chara hispida* 1835 im Rhein und im Bodensee (Höfle 1850). Marc Aurel Höfle hatte in Freiburg im Breisgau, in Heidelberg und in Paris Medizin studiert. Er starb mit nur 36 Jahren an „Nervenfieber" (Typhus?), das er sich laut den damaligen Medien in seinem ärztlichen Beruf zuzog (Wiener Kirchenzeitung für Glauben, Wissen, Freiheit und Gesetz vom 23.2.1855).

Ein weiterer am Bodensee tätiger Naturforscher war Pater Thomas Aquinas Bruhin (*22.5.1835 in Schwyz; †8.10.1895 in Bern; Gebhardt 1964; Historischer Verein des Kantons Schwyz 2001; Fig. 6). Er ist der Verfasser der Publikation „Die Characeen Vorarlbergs" (Bruhin 1868); außerdem war Bruhin auch zoologisch, vor allem ornithologisch, tätig. Im Jahr 1861 wurde er zum Priester des Benediktinerordens im Kloster Einsiedel in der Schweiz geweiht, Im Anschluss war er Lehrer an den Gymnasien von Einsiedel und Mehrerau. 1865 wurde er Kooperator in der Probstei St. Gerold im großen Walsertal. In dieser Zeit unternahm er viele ausgedehnte Wanderungen durch weite Teile Vorarlbergs. Schwimmer (1933) berichtet darüber: „*Bruhin hat Vorarlberg wie kein Zweiter durchwandert und erforscht Er behandelte auch schwierige Gattungen wie Thymian, Brombeeren, Linden und sogar Habichtskräuter, für die damalige Zeit nebst den Weiden wohl die schwierigste Pflanzengattung*". Nach seinem Ausscheiden aus dem Kapitelverband im Jahr 1869 ging er als Missionar nach Milwaukee nach Amerika, wo er ebenfalls botanisch aktiv war und publizierte. 1880 kehrte Bruhin in die Schweiz zurück und starb am 8.10.1895 in Bern (Schwimmer 1933).

Figure 6. Pater Thomas Aquinas Bruhin (1835–1895), Foto von ihm 1875 versendet aus Centreville/Wisconsin (Klosterarchiv Einsiedeln, Signatur KAE, Foto 1.0601.1754.0002).

Bereits 1847 entstand die erste zusammenfassende Publikation über die Characeen Österreichs. Es war die Inaugural-Abhandlung von **Ubald Ganterer** (*17.5.1820 in Pörtschach am Wörthersee; †1.7.1850 in Venedig) zum „Doctor der Medicin und Chirurgie, Magister der Augenheilkunde und Geburtshilfe und k. k. Oberfeldarzte". Da bisher kaum biographische Daten über diese Person publiziert wurden, berichten wir in Folge etwas ausführlicher über ihn:

Ubald Ganterer wurde am 17.5.1820 in Pörtschach am Wörthersee geboren (Pörtschach a. W., PA, Matricula, Geburtsbuch II, Nr. 78; nicht 1855 wie in Saccardo 1869; Saccardo 1895; Dalla Torre and Sarnthein 1900; Benz 1922 fälschlicherweise angeführt). Genauer genommen

wurde er im Schloss Leonstain geboren und dort auf den Namen Ubaldus Josephus Martinus getauft. Seine Eltern waren Martin Vinzenz Ganterer (*ca. 1785; †22.1.1830 in Pörtschach a. W.), Stiftsverwalter und Bezirkskommissär, sowie Franziska Maria Ganterer (geb. Kugi; *3.12.1787 in St. Andrä i. L., †7.8.1822 in Pörtschach a. W.). Ubald Ganterer absolvierte vier lateinische Gymnasialklassen in St. Paul und Klagenfurt sowie zwei philosophische Jahrgänge in Klagenfurt; anschließend studierte er fünf Jahrgänge (1840 bis 1845) an der k. k. medicinisch-chirurgischen Joseph-Akademie in Wien, wo er 1846/47 graduierte (Klagenfurter Zeitung Nr. 5, v. 16.1.1848).

Ubald Ganterer trat daraufhin in den Militärdienst ein, denn seine Ausbildung an der Joseph-Akademie war an eine achtjährige Dienstleistung im k. k. Militär gebunden. Aufgenommen wurde Ganterer dort am 22.3.1847 vom k. k. Herrn Rath und Stabs-Feldarzte Dr. Joseph Kottmayer. Letzteren kannte Ganterer aufgrund dessen Lehrtätigkeit in der Joseph-Akademie (Militär-Schematismus des österreichischen Kaiserthumes 1850, kaiserl. königl. Hof- und Staats-Druckerei, Wien). Ganterer belegte dabei den Rang eines Oberarztes im Infanterieregiment Nr. 3, das zu dieser Zeit in Italien stationiert war. Es war eine politisch unruhige Zeit. Während der Märzrevolution 1848 versuchten einige italienischen Städte, wie etwa Mailand und Venedig, die österreichische Herrschaft abzuschütteln. In diesem „Ersten Italienischen Unabhängigkeitskrieg“ war Ubald Ganterer involviert. Laut Personalbeschreibung war Ubald Ganterer von sanftem Gemüt, verlässlich und sehr eifrig. Allerdings war er nicht bei bester Gesundheit: Laut Eintragung in der National- und Conduiteliste war er schon damals mit Bluthusten behaftet. Am 1.7.1850 verstarb Ubald Ganterer in Venedig (Beilage zum österreichischen Soldatenfreund v. 30.10.1851 Nr. 130). Als Todesursache wird in der Sterbeeintragung (Regimentsmatrik) „Wassersucht“ angeführt. Beigesetzt wurde er am 3.7.1850 im „venetianer Friedhof”. (Folgende Quellen wurden herangezogen: AT-OeStA/KA Pers GB OuM Reg IR 3 159 Grundbuchsblatt Infanterieregiment Nr. 3, 1841–1860, Abgangsklasse II, Heft 1, Seite 23 (Karton Nr. 159); Conduiteliste Militärärzte, Nr. 3601–3696 (1830 (ca.)–1879, Mikrofilm Nr. 1783939); Militärmatriken-Band AB 01251).

Ganterers in Pettau (slowenisch Ptuj) lebende Schwester Franzisca Wessenhak (*4.2.1819 in Pörtschach) schenkte das Herbarium des Bruders dem natur-historischen Museum Klagenfurt, dem heutigen Landesmuseum Klagenfurt (Carinthia Nr. 26 v. 29. März 1853), und auch seine wohl für das Medizinstudium notwendig gewesenen Skelette (Heinrich 1853). Belege aus dem Ganterer-Herbar wurden in der Folge mehrfach in verschiedenen Publikationen angeführt, etwa Angaben aus Kärnten in Pacher and Jabornegg (1879), *Dianthus alpinus* auf der Wildalpe in der Obersteiermark in Vierhapper (1898), *Galium glaucum* bei Wien (Krendl 2003), *Alyssum alyssoides* auf der Türkenschanze bei Wien (Schneeweiß 2000) u. a.; auch 13 Flechtenbelege befanden sich darunter (Türk and Riegler-Hagler 2003), etwa von der Sau- und Koralpe, aus Mödling und von der Türkenschanze bei Wien. Leider konnten bei der Revision der Characeen-Belege des Herbariums Klagenfurt (KL) im Jahr 2020 keine Belege von Ubald Ganterer gefunden werden, auch nicht in anderen Herbarien Österreichs und der Nachbarländer.

In seiner Inaugural-Abhandlung dankt Ubald Ganterer vor allem seinen Lehrern Ignaz Bischoff von Altenstern (1784–1850) und Johann Dreyer von der Iller (1803–1871; Wyklicky 1985). Den Kustoden der botanischen Abteilung des Hof-Naturalien-Cabinettes Wien Stephan Endlicher (1804–1849; Neilreich 1855) und Eduard Fenzl (1808–1879; Reichardt 1862) dankte er für die Möglichkeit, das sehr reichhaltige Material, die große Anzahl an ausländischen Characeen und die reichliche Literatur zu untersuchen. Woher schlussendlich aber seine Leidenschaft für die Armleuchteralgen stammte bzw. wer ihn auf diese Idee gebracht hatte, ist leider nicht mehr zu eruieren; dies kann auch seinem Vorwort nicht entnommen werden. Ungewöhnlich erscheint aus heutiger Sicht die Wahl dieses Themas für eine Dissertation im Rahmen eines Medizinstudiums.

Ein umtriebiger, vielseitig interessierter Naturforscher war **Friedrich Kokeil** (*23.12.1802 in Laibach; †31.3.1865 in Klagenfurt; Guglia 1966; Fig. 7A). Dieser stammte aus einer angesehenen Laibacher Familie; sein Vater war Bürgermeister der Stadt Laibach. Es mag daher verwundern, wenn Ullepitsch (1885) über ihn folgendes berichtet: „*Trotz seiner stets äusserst kümmerlichen Lebensverhältnisse, betrieb er mit Feuereifer und unermüdlicher Aufopferung bis an sein Lebensende Zoologie und Botanik. Er war seiner Zeit der einzige Botaniker in Krain der Kryptogame studirte*”. Kokeil trat nach Absolvierung des Gymnasiums und des Lyzeums in seiner Heimatstadt in den Kameraldienst beim Landesgubernium, wo er Zeit seines Lebens teils in Laibach, teils in Klagenfurt als Beamter Verwendung fand. Er war Mitbegründer des Naturhistorischen Museums in Klagenfurt, dem er seine umfangreiche Sammlung testamentarisch vermacht hat, und Mitbegründer des dortigen Botanischen Gartens.

Friedrich Kokeil sammelte vor allem im Raum Klagenfurt bzw. am Wörthersee Characeen (etwa *Nitella syncarpa*, *Nitella gracilis*, *Chara braunii*, *Chara tenuispina*, *Chara tomentosa* u. a.) und stand mit den Experten seiner Zeit, vor allem Alexander Braun und Hermann Leonhardi in Kontakt. Ihm zu Ehren beschrieb Braun (1847a) *Chara kokeilii*, die jedoch nach heutiger Ansicht mit *Chara tenuispina* identisch sein dürfte. Belege aus der Herbar Kokeil befinden sich noch heute im Kärntner Landesherbar in Klagenfurt (KL) und im Herbarium der Karls-Universität Prag (PRC; Fig. 7B).

Eng in Kontakt mit Kokeil stand **Pater David Pacher** (*5.9.1816 in Obervellach; †29.5.1902 in Obervellach; Jabornegg 1902; Leute 1977; Klemun and Fischer 2001; Fig. 8), der sich ebenfalls mit den Armleuchteralgen Kärntens beschäftigte und diese auch reichlich sammelte. David Pacher wurde am 5.9.1816 als Sohn von Bauersleuten in Raufen bei Obervellach in Kärnten geboren. Er ist

Figure 7. A. Friedrich Kokeil (1802–1865), Porträt unsigniert und undatiert (Landesmuseum für Kärnten, Kunsthistorische Abteilung, Foto: R. K. Eberwein). **B.** *Chara Kokeilii* Braun, Gräben am See, Klagenfurt, Ex Herb. Friedr. Kokeil, Herbarium der Karls-Universität Prag (Foto: M. Hohla).

auch heute noch bekannt als Autor der „Flora von Kärnten“ (Pacher 1881–1892). Nach Abschluss des Lyceums Klagenfurt besuchte er 1836 die theologische Lehranstalt. Seine Priesterweihe feierte er 1840. In der Folge war er Seelsorger in einigen Pfarren; ab 1875 wurde ihm die heimatliche Pfarre Obervellach anvertraut. Nicht zuletzt angeregt durch Friedrich Kokeil interessierte er sich für die Botanik. Er unternahm ausgedehnte Exkursionen zu Fuß im Mölltal, im Gailtal und in anderen Regionen Kärntens. Er durchstreifte sammelnd die Gurktaler, Liesertaler, Mölltaler und Karnischen Alpen (Leute 1977); er sammelte Characeen etwa im Tiffner Moor, im Steindorfer Moor und im Raum Klagenfurt. Auch noch im Alter von über 70 Jahren war er um Obervellach fleißig unterwegs, um zu botanisieren. An ihn erinnern einige Pflanzentaxa wie z. B. *Taraxacum pacheri* Sch. Bip. oder *Androsace pacheri* Leyb.; und er beschrieb auch selber neue Arten, wie etwa *Hieracium kokeilii* oder *Rosa kokeilii* zu Ehren von Friedrich Kokeil (Jabornegg 1902). Er wurde 1888 Ehrenmitglied des Naturhistorischen Landesmuseums Klagenfurt. Sein umfangreiches Herbar kam 1904 an das Landesmuseum für Kärnten und bildete den Grundstock des heutigen Kärntner Landesherbars (Leute 1977).

Unter den Characeensammlern ist auch der Afrikaforscher **Friedrich Welwitsch** (25.2.1806 in Maria Saal; †20.10.1872 in London; Klemun 1990; Fig. 9A) zu finden, der 1860 durch die Entdeckung der Welwitschie (*Welwitschia mirabilis*) berühmt wurde, die deshalb seinen Namen trägt. Welwitsch konnte 1827 den bedeutenden Algenforscher Karl Adolf Agardh (1785–1859) aus Lund während seines Besuches in Wien auf botanischen Exkursionen begleiten. Da Agardh auch bei der Erforschung der Characeen eine bedeutende Rolle spielte, ist

Figure 8. Pater David Pacher (1816–1902), Portrait von Heinrich Ebeling, 1890 (Landesmuseum für Kärnten, Kunsthistorische Abteilung, Foto: R. K. Eberwein).

von einem großen Einfluss auf Welwitsch auszugehen. Bereits 1834 stellte Welwitsch Characeenvorkommen aus Niederösterreich, Wien und dem Burgenland in seinen Beiträgen „zur cryptogamischen Flora Unter-Oesterreichs” vor (Welwitsch 1834). Die „Characeae. Armleuchterfaren“ führte er in diesem Werk in der Klasse

„Gonyopterides. Gliederfaren". Im Jahr 1836 veröffentlichte Welwitsch seine Dissertation „Synopsis Nostochinearum Austriae inferioris" (Welwitsch 1836) und wurde dadurch zum „Gründer der Kryptogamen-Flora Nieder-Oesterreichs" (Klemun 1990). In seiner „Systematischen Aufzählung der Süsswasser-Algen des Erzherzogthums Oesterreich unter der Enns" (Welwitsch 1857) sind jedoch keine Armleuchteralgen enthalten, obwohl er diese gerne sammelte, wie Belege aus Kärnten, Steiermark, Niederösterreich, Oberösterreich, Wien und dem Burgenland zeigen. Seine heute im Herbarium des Naturhistorischen Museums (W) befindlichen Belege stammen vor allem aus dem Herbarium Putterlick und aus der Sammlung von Diesing. Sein Beleg von *Chara canescens* aus dem Neusiedler See aus den Jahren 1827 und 1828 (Herbarium des Naturhistorischen Museums Wien; Fig. 9B) dürfte der älteste dieser Art in Österreich sein.

(Anmerkung: **Karl Moritz Diesing** (*16.6.1800 in Krakau; †10.1.1867 in Wien; Sattmann 2021) war ein österreichischer Mediziner und Parasitologe; **Alois Putterlick** (*3.5.1810 in Iglau bzw. Jihlava in Tschechien; †29.7.1845 in Wien; Wurzbach 1872) ein Botaniker, Adjunkt am k. k. Hof-Naturaliencabinet).

Nach Klemun (1990) gab es bereits zu Lebzeiten Welwitschs Streit um seine Sammlungen, die auch nach seinem Tod andauerten. Welwitsch arbeitete zuletzt im botanischen Garten Kew, nachdem er viele Jahre in Lissabon zubrachte und dort mit seinen Sammlungen den Grundstock für die weitere Aufarbeitung und Kenntnis der portugiesischen Flora schuf. Abfragen in den Datenbanken des Natural History Museums London und Museus da Universidade de Lisboa brachten keine weiteren Armleuchteralgen-Daten von Welwitsch aus Österreich.

Es war **Baron Hermann von Leonhardi** (*12.3.1809 in Frankfurt am Main; †21.8.1875 in Prag; Prantl 1883; Fig. 10), der nach Ubald Ganterer eine weitere umfassende Publikation über die österreichischen Armleuchteralgen veröffentlichte (Leonhardi 1864; Besprechung in Weitenweber 1864). Hermann Leonhardi entstammt der Frankfurter Bankiersfamilie Leonhardi. Seine Eltern waren Karl von Leonhardi (1781–1864) und dessen Ehefrau Maria Anna Mülbens (1782–1825). Sein Vater war nach Böhmen ausgewandert und hatte dort die Herrschaften Platz (Straz) und Erdreichsthal gekauft. Leonhardi war Schüler und Schwiegersohn des Philosophen Karl Christian Friedrich Krause (1781–1832), dessen handschriftlichen Nachlass er herausgab. Seine Ehe mit Maria Sidonia Krause (1810–1875) blieb kinderlos.

Leonhardi studierte in Göttingen Philosophie unter Krause, dessen begeisterter Anhänger er wurde, in München unter Schelling und Baader, an letzterem Ort auch Naturwissenschaften (Noack 1879; Prantl 1883). Ab 1842 war Hermann Leonhardi Privatdozent in Heidelberg; 1849 übernahm er eine außerordentliche Professur für Philosophie an der Universität Prag. 1866 wurde er dort ordentlicher Professor. In Prag gab er die Zeitschrift Die Neue Zeit heraus und organisierte mehrere Philosophenkongresse.

In der Botanik war Leonhardi vor allem an Algenkunde interessiert und arbeitete mit seinem Freund Alexander Braun (s. o.) eng zusammen. Im Jahr 1864 wurde Hermann von Leonhardi zum Mitglied der Leopoldina gewählt (er erhielt die Matrikelnummer 2033 und das Cognomen Pythagoras III). Diesem glücklichen Umstand verdanken wir das scheinbar einzige erhalten gebliebene Foto von ihm. Es konnte im Archiv dieses Vereins

Figure 9. A. Friedrich Welwitsch (1806–1872), Foto aus dem „Khek-Botaniker-Album" (Foto: E. Speta). **B.** *Chara canescens* Loisel., In lit. ad lac. Peisoni, [1]827 et [1]828, leg. Welwitsch; *Chara baltica* Fries et Asper, Neusiedlersee, Legit. Communicavit. Welwitsch, Collectio Algarum C. M. Diesing, Anno 1840, Herbarium des Naturhistorischen Museums Wien; der älteste Beleg dieser Art in Österreich (Foto: M. Hohla).

Figure 10. Baron Hermann von Leonhardi (1809–1875) (Leopoldina-Archiv, M3-Bd 4, MM 2033).

Figure 11. August Emanuel von Reuss (1811–1873), Foto aus dem „Khek-Botaniker-Album" (Foto: E. Speta).

gefunden werden. Am 21.8.1875 starb Hermann Leonhardi in Prag an den Folgen eines Schlaganfalls; nur zehn Tage später verschied auch seine Gattin Sidonie an „Lungenlähmung" (Neue Freie Presse. Abendblatt. v. 23.8.1875 und Prager Abendblatt v. 4.9.1875).

Leonhardis Publikation über die österreichischen Armleuchteralgen blieb nicht die einzige. Bereits 1863 erschien eine Arbeit über die böhmischen Characeen (Leonhardi 1863) und in der Folge veröffentlichte er noch Nachträge und Korrekturen (Leonhardi 1865, 1867a, 1867b, 1869) zu seiner österreichischen Publikation. Die Sammlungen hinterließ Leonhardi seinem Freund Alexander Braun, dessen Herbar nach dem Tod Brauns vom damaligen Königlichen Herbarium Berlin-Dahlem angekauft und dort auch verwahrt wurde (Urban 1916). Leider wurde das Braun-Herbar bei einem Bombenangriff im März 1943 ein Raub der Flammen (Pilger 1953, J. Paule u. W.-H. Kusber, E-Mail), und damit auch die Belege Leonhardis.

Leonhardi beschrieb *Chara dissoluta*, die er A. Braun zuschrieb, neu für die Wissenschaft und führte Umkombinationen zu heute gebräuchlichen Namen bei *Lychnothamnus barbatus*, *Nitella confervacea*, und *Tolypella glomerata* durch. Er untersuchte Belege aus den damaligen Herbarien des böhmischen Museums, der Prager k. k. Universität und des Kreuzherrenstiftes zu Prag, des kaiserlichen Museums im Wiener k. k. botanischen Garten sowie aus vielen Privatherbarien.

Zu den Gewährsleuten und Characeensammlern Leonhardis zählten Kollegen wie etwa **Alexander Skofitz** (*21.1.1822 in Rzeszów in Galizien; †17.11.1892 in Wien; Nowotny 2004), Pharmazeut und Botaniker aus Wien, **Ludwig Ritter von Heufler** (s. u.), Beamter, Schriftsteller und Botaniker, sowie **August Leopold von Reuss** (*5.11.1841 in Bilin in Böhmen; †4.9.1924 in Wien; Lauber 1985), Augenarzt in Wien. Heufler sammelte vor allem in Tirol und im Traunsee in Oberösterreich Armleuchteralgen.

Reuss war u. a. ein Pionier der Schulhygiene; nach Reuss sind die Reuss Farbtafeln benannt, mit deren Hilfe früher der Grad der Farbenblindheit festgestellt wurde. August Leopold Reuss war der Sohn von **August Emanuel von Reuss** (*8.7.1811 in Bilin in Böhmen, †26.11.1873 in Wien; Zapfe 1985; Fig. 11). Letzterer war Mediziner, Geologe und Paläontologe, studierte ab 1825 Philosophie und ab 1827 Medizin. In der Folge

praktizierte er 15 Jahre lang in Bilin als Herrschafts- und Brunnenarzt sowie Stadtphysikus. 1849 wurde er zum ordentlichen Professor für Mineralogie an die Prager Hochschule sowie ab 1863 an die Universität Wien berufen. August Emanuel von Reuss war neben seinen Interessen für die Geologie und Paläontologie auch an der Botanik interessiert. 1871 und 1872 unternahm er eine größere Zahl an Exkursionen in Niederösterreich und Wien. In der zusammenfassenden Publikation werden auch eine Reihe von Characeenfunden aus Wien (Prater, Floridsdorf usw.), südlich von Wien (Baden, Mödling, Moosbrunn, Ebergassing, Gramatneusiedl, Langenzersdorf usw.) und aus dem Marchfeld vorgestellt. Von besonderer Bedeutung sind die Angaben von *Chara canescens* und *Chara connivens* aus den Salzwiesen nahe Laa an der Thaya. „*Durch die Eröffnung der Staatsbahnstrecke Wien-Brünn wurde der Besuch dieser Gegend für den Wiener sehr leicht gemacht*", berichtet Reuss (1873).

Chara canescens war bis dahin in der Monarchie Österreich-Ungarn vor allem aus Ungarn und Siebenbürgen bekannt; *Ch. connivens* stellte einen Neunachweis für die Monarchie dar. Die Salzflora in dieser Gegend ist heute leider großteils zerstört. „*Die Bestimmung der Characeen verdanke ich der Güte der Herren Prof. Freiherr v. Leonhardi und Prof. Al. Braun; beiden Herren sage ich hiefür, so wie Ersterem für die freundliche Aufmunterung, die mir stets von demselben zu Theil wurde, meinen wärmsten Dank*" (Reuss 1873). Hermann Leonhardi war also auch die treibende, motivierende Kraft im Hintergrund. Reuss hinterließ viele Characeen-Belege, die heute vor allem im Herbarium des Naturhistorischen Museums in Wien (W) zu finden sind.

Zu den weiteren wichtigen Gewährsleuten Leonhardis zählte „Privatdocent der Botanik" **Heinrich Wilhelm Reichardt** (*16.4.1835 in Iglau bzw. Jíhlava in Tschechien; †2.8.1885 in Mödling; Beck 1885 und Riedl-Dorn 1984; Fig. 12). Reichardt war der Sohn eines wohlhabenden deutschen Kaufmanns. Schon während seiner Zeit am Gymnasium von Iglau wurde seine Begeisterung für die Botanik geweckt. 1854 oder 1855 bestand er die Reifeprüfung und ging anschließend zum Studium der Medizin an die Universität Wien. Bis 1859 widmete er sich neben seinem Medizinstudium zugleich dem Studium der Botanik unter Franz Unger und Eduard Fenzl. Nach dem Rücktritt von Fenzl wurde er 1878 kommissarischer Vorstand des Botanischen Hofcabinets und verantwortete bis zu seinem Tod die Eingliederung und Neuaufstellung der Sammlung im neuen Naturhistorisches Museum Wien (W). In dieser Sammlung befinden sich auch heute noch viele von Reichardt gesammelte Characeen-Belege (vgl. auch Reichardt 1868 u. 1873). Heinrich Wilhelm Reichardt und August Emanuel von Reuss waren in dieser Zeit wohl die engagiertesten Sammler von Armleuchteralgen und die führenden Experten in Wien und Umgebung.

Im 19. Jahrhundert war es modern, Characeen zu sammeln. Fast alle Botaniker dieser Zeit hatten sich mehr oder weniger intensiv damit beschäftigt. Neben den zuvor genannten Personen sammelten noch weitere Zeitgenossen

Figure 12. Heinrich Wilhelm Reichardt (1835–1885), Foto aus dem „Khek-Botaniker-Album" (Foto: E. Speta).

Armleuchteralgen, etwa der Bryologe **Jacob Juratzka** (*8.7.1821 in Olomouc, Mähren; †22.11.1878 in Wien; Pötsch and Schiedermayr 1872; Anonymus 1873). Juratzka sammelte vor allem in Wien, Nieder- und Oberösterreich sowie in Tirol. Ebenfalls an Armleuchteralgen interessiert war **Friedrich Simony** (*30.11.1813 in Hrochowteinitz in Böhmen bzw. Hrochuv Tynec in Tschechien; †20.7.1896 in St. Gallen bei Admont; Lehr 1996), der berühmte Dachsteinforscher. Über einen besonders interessanten Fund Simonys, *Sphaerochara prolifera*, berichtet etwa Reichardt (1868): „*Die Tolypella prolifera (Ziz.) ist nicht nur die grösste, sondern auch entschieden die seltenste Characee von Nieder-Oesterreich. Bis jetzt war von ihr im Gebiete unseres Kronlandes [Österreich-Ungarn] nur einziger Fundort in einem kleinen Sumpfe des Praters bekannt, welchen Herr Professor Simony im Jahre 1860 zu entdecken so glücklich war*".

Otto Stapf (*23.3.1857 in Perneck bei Bad Ischl; †4.8.1933 in Innsbruck), der später in Kew als Botaniker Karriere machte (Speta 2006), sammelte vor allem Characeen für das Exsiccatenwerk „Flora Exsiccata Austro-Hungarica". So liegen seine Belege von *Chara subspinosa* und *Nitella opaca* aus dem Hallstätter See heute noch in vielen europäischen Herbarien.

Ein weiterer Botaniker mit Interesse für Armleuchteralgen war **Ferdinand Philipp Johann Schur** (*18.2.1799 in Königsberg in Preußen heute Kaliningrad; †27.5.1878 in Bielitz in Schlesien heute Bielsko-Biała, Speta 1994; Fig. 13). Im Jahr 1857 veröffentlichte Schur etwa Arbeiten über die Siebenbürgischen Characeen (Schur 1857). In seinen „Phytographischen Fragmenten" (Schur 1870) werden Characeen-Funde aus Wien vorgestellt, darunter eine von ihm beschriebene „*Chara salina* m.", die heute zu *Chara virgata* gezogen wird (Guiry 2011).

Figure 13. Ferdinand Philipp Johann Schur (1799–1878), Foto aus dem „Khek-Botaniker-Album" (Foto: E. Speta).

Es wird berichtet, dass Alexander Braun im Jahre 1856 an der Wiener Naturforschertagung teilgenommen und bei dieser Gelegenheit Schurs Characeen durchgesehen und dessen Arbeiten kritisiert hat (Speta 1994). Diese Kritik wurde später von Otto Nordstedt (in Braun and Nordstedt 1882) übernommen: „*Eine miserable Zusammenstellung, in welcher weder auf Ganterers noch auf v. Leonhardis Arbeiten Rücksicht genommen ist. Hierbei wird gelegentlich eine angeblich neue Art beschrieben: Chara salina Schur ... aber die ganze Beschreibung ist völlig werthlos*" und über die Characeen der „Enumeratio plantarum Transsilvaniae" wird bemerkt „*confus und unzulässig*".

Günther Beck von Mannagetta und Lerchenau (*25.8.1856 in Preßburg heute Bratislava; †23.6.1931 in Prag; Pascher 1931; Svojtka 1954; Fig. 14), kurz Günther Beck, war eine besondere Botanikerpersönlichkeit. Er stammte aus einer alten österreichischen Beamtenfamilie und studierte in Wien Botanik. Ab 1885 war er Leiter der botanischen Abteilung am Botanischen Hofkabinett in Wien (heute Naturhistorisches Museum); ab 1895 außerordentlicher Professor in Wien; ab 1899 ordentlicher Professor der systematischen Botanik und Leiter des botanischen Gartens der Deutschen Universität Prag. Noch heute ist seine „Flora von Niederösterreich" ein Standardwerk (Beck 1890–1893). Günther Beck sammelte auch mit Begeisterung Characeen, vor allem in Böhmen und in Niederösterreich, aber auch aus Wien und Kärnten konnten Herbarbelege im Herbarium der Karls-Universität Prag (PRC) gefunden werden.

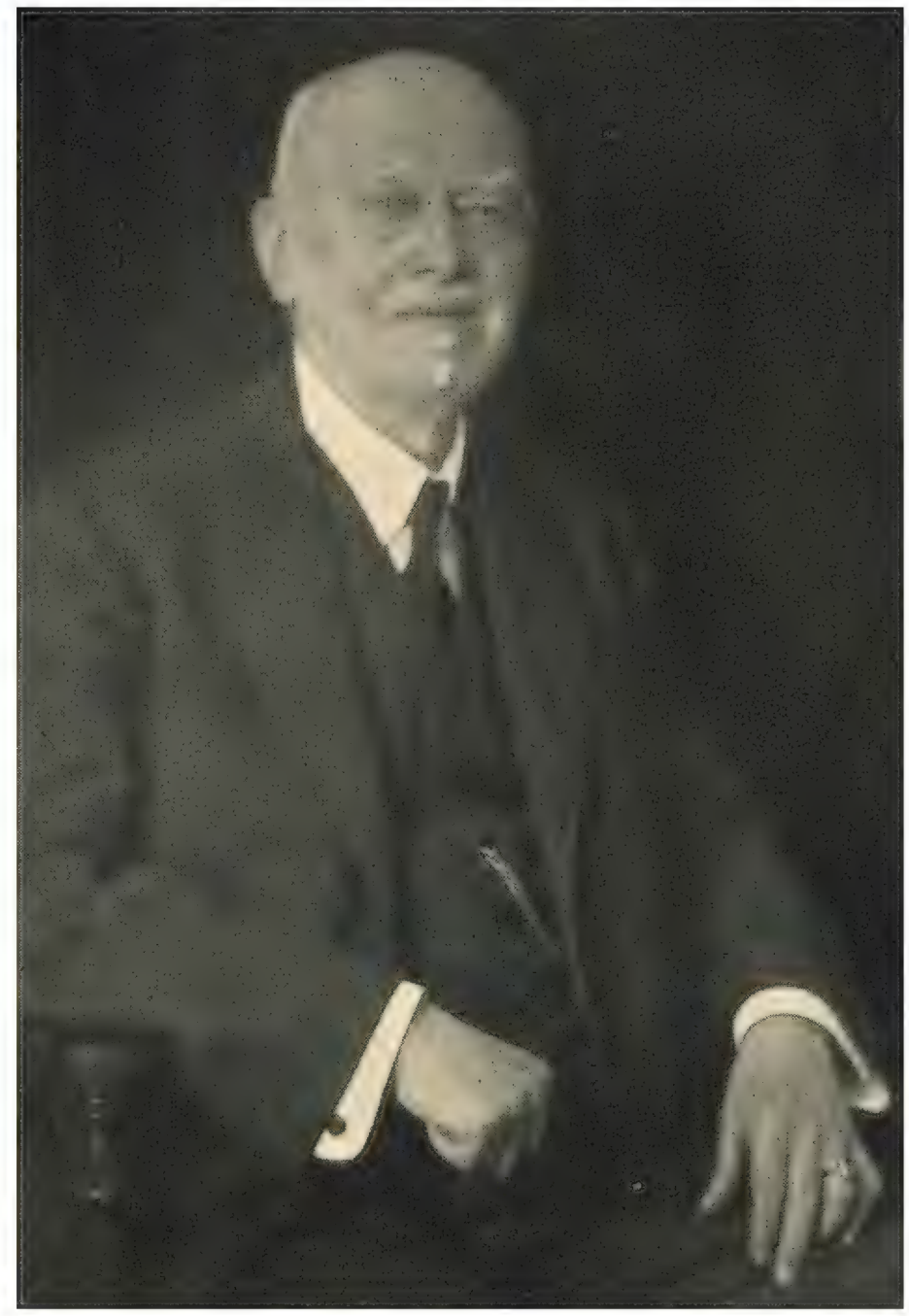


Figure 14. Günther Beck von Mannagetta und Lerchenau (1856–1931) (Pascher 1931).

Ein ausgesprochener Algenspezialist, der sich auch mit den Armleuchteralgen beschäftigte, war **Albert Grunow** (*3.11.1826 in Berlin; †17.3.1914 in Berndorf; Rechinger 1915; Anonymus 1957; Fig. 15). Nach dem Studium der Chemie trat er 1851 als Chemiker in die Dienste der Firma Krupp und Schoeller (Berndorfer Metallwarenfabrik). Dieses Unternehmen ließ 1891 eine Porträtmedaille zu seinem 40jährigen Dienstjubiläum prägen, auf welcher Grunow als ihr „genialer Mitarbeiter" bezeichnet wird. 1885 unternahm er eine Reise um die Erde. Sein besonderes Interesse galt den Kieselalgen. Den größten Teil seiner Algensammlung schenkte er dem Naturhistorischen

Museum Wien. Grunow sammelte selber Characeen, vor allem in Niederösterreich und im Burgenland, und legte etliche davon Alexander Braun zur Revision vor. Aber er bestimmte bzw. revidierte auch Material von Kollegen wie Reuss, Reichardt (s. o.) und Heufler, aber auch Belege von Karl B. Schiedermayr, wie von Siegfried Stockmayer in Schiedermayr (1894) berichtet wird.

Figure 15. Albert Grunow (1826–1914) (Archiv Biodiversitätszentrum Linz).

Siegfried Stockmayer (*8.8.1868 in Wien; 20.3.1933 in Wien; Keissler 1936; Petz-Grabenbauer 2009) war Gemeindearzt in Frankenfels, Unterwaltersdorf und zuletzt in Stammersdorf in Wien. Angeregt durch seine Freundschaft mit Günter Beck profilierte er sich als Algologe. In späteren Jahren interessierte er sich für Thermal-Algen, die er im Sommer in Warmbad Villach sammelte. 1933 kam er durch einen Verkehrsunfall ums Leben. Stockmayer verfasste das Kapitel „Charophyta" in Schiedermayr (1894), worin viele neue Funde von Armleuchteralgen aus Oberösterreich vorgestellt werden. Dabei dürfte es sich jedoch um Funde von Schiedermayer gehandelt haben. Stockmayer selber sammelte Characeen in Niederösterreich, etwa in Unterwaltersdorf oder bei Baden, die er von Walter Migula revidieren ließ.

Im Herbarium der Universität Wien (WU) befinden sich heute noch etliche Characeen-Belege aus dem Herbar Kerner, die meisten aus Tirol, aber auch etliche von „A. Reuss" (Vater?) gesammelte Belege aus Niederösterreich (Till 2004). **Anton Kerner von Marilaun** (*12.11.1831 in Mautern; †21.6.1898 in Wien; Dalla Torre and Sarnthein 1901, 1913; Speta et al. 2019) war eine prägende Persönlichkeit der österreichischen Botanik. Er studierte Medizin an der Universität Wien und legte die Lehramtsprüfung für Naturgeschichte und Chemie ab. 1860 wurde er an die Universität Innsbruck berufen, wo er den Lehrstuhl für Botanik innehatte. 1878 wurde er Ordinarius und Direktor des Botanischen Gartens der Universität Wien. Für Anton Kerner nahm sein privates Herbarium einen hohen Rang in seinem Leben ein. Er war deshalb auch überzeugt, dass es für einen Botaniker, der Systematik und Floristik betreibt, unbedingt notwendig ist und hat deshalb das Herbarisieren gefördert (Speta et al. 2019).

In der ältesten Regionalflora von Oberösterreich, der „Flora von Reichersberg" (Reuß 1819) des Augustiner Chorherren **Leopold Reuß** (*17.8.1775 in Hammelburg, †30.7.1850 in Passau; Meindl 1884) sind keine Characeennangaben enthalten, wohl aber in seiner späteren „Flora des Unter-Donau-Kreises" (Reuß 1831), eine Aufzählung von Pflanzen des Unter-Donaukreises. In Letzterer nennt er *Chara vulgaris* von zwei, allerdings in Niederbayern gelegenen Fundorten. In der „Flora Oberoestreichs" von **Franz Seraphin Sailer** (*28.5.1792 in Reichenthal, †7.1.1847 in Linz; Speta 1988a) werden *Chara vulgaris* („stinkender Pferdeschwanz") und *Chara hispida* angeführt, jedoch ohne Nennung von Fundorten (Sailer 1841). Das gleiche gilt für seine „Flora der Linzergegend und des oberen und unteren Mühlviertels" (Sailer 1844).

In Oberösterreich begann die Geschichte der Characeenforschung konkret mit einem Beleg von **Joseph von Mor-Merkl zu Sunegg und Morberg** (*12.3.1783 in Lodrone in Südtirol; 25.9.1846 in Linz; Österreichisches Staatsarchiv AT-OeStA/KA NL 103; Pötsch and Schiedermayr 1872), Zollbeamter in Linz. Dieser sammelte 1838 *Chara vulgaris* „in einer Lache der Traun nächst der Rädleischen Spinnfabrik zu Kleinmünchen" in Linz (Schiedermayr 1877a; Hohla and Gregor 2011). Dies ist zugleich der älteste Beleg aus Oberösterreich. In den 1860er Jahren sammelte der Notar **Franz von Mörl** (*12.9.1803 im Schloss Mühlen/Bruneck in Südtirol; †14.1.1867 in Vöcklabruck; Khuepach 1927, Sterbebuch Vöcklabruck) mehrfach in Gewässern des Salzkammergutes Armleuchteralgen. Er war ab 1851 Notar in Kremsmünster und ab 1860 in Vöcklabruck. Er interessierte sich vor allem für Kryptogamen und unternahm ausgedehnte Exkursionen in die Alpen (Pötsch and Schiedermayr 1872).

Die bedeutendsten Persönlichkeiten der Kryptogamenforschung in Oberösterreich waren Ignaz Sigismund Pötsch und Karl Schiedermayr. **Ignaz Sigismund Pötsch** (*29.10.1823 in Türmaul bzw. Drmaly in Böhmen; †23.4.1884 in Mitterberg b. Randegg in Niederösterreich; Anonymus 1881; Riedl 1980) arbeitete ab 1854 als Stiftsarzt in Kremsmünster. Er war einer der hervorragendsten Erforscher der Moose und Flechten von Ober- und Niederösterreich. Im Gegensatz zu Karl Schiedermayr sammelte er jedoch nur selten Characeen; so beherbergt das Herbar des Stiftes Seitenstetten einige wenige Belege von ihm aus Kremsmünster.

Karl Schiedermayr (*3.11.1818 in Linz; †29.10.1895 in Kirchdorf an der Krems; Speta 1991; Fig. 16) war, wie auch Pötsch, Mediziner. 1871 wurde er Bezirksarzt für die Bezirke Kirchdorf und Steyr, ab 1874 für Linz und Perg mit dem Sitz Linz. Bereits 1856 hatte er Verbindung zu Ignaz Sigismund Pötsch aufgenommen, begann mit ihm eine systematische Aufzeichnung der oberösterreichischen

Kryptogamen und widmete sich dabei speziell der Bearbeitung der Algen und Pilze. Im Herbarium des Biodiversitätszentrums Linz (LI) liegen heute noch viele von ihm gesammelte Armleuchteralgen-Belege, die meisten aus Oberösterreich, vereinzelt auch Belege aus Salzburg und Niederösterreich (Hohla and Gregor 2011a).

Figure 16. Karl Schiedermayr (1818–1895) (Archiv Stift Kremsmünster).

Im Bundesland Salzburg haben sich im 19. Jahrhundert neben Anton E. Sauter (s. o.) nur ganz wenige Botaniker für Characeen interessiert. Es existieren lediglich einige Beifunde, wie jene von **Friedrich Karl Max Vierhapper** (*7.3.1876 in Wien; †11.7.1932 in Wien, Speta et al. 2019), der viele Exkursionen im Lungau unternahm (etwa um Tamsweg, im Wöltinger Moor, im Görich- und im Taurachtal) und dort auch Characeen sammelte.

Eher dürftig war die Characeen-Sammeltätigkeit damals auch in der Steiermark. Diese konzentriert sich vor allem auf das steirische Salzkammergut um Aussee, wo etwa der Algenforscher und erster Direktor der Bürgerschule Leipzig **Carl Otto Bulnheim** (12.3.1820 in Bautzen; †26.3.1865 in Leipzig; Kuntze 1865), der Mykologe **Gustav Niessl von Mayendorf** (*26.4.1839 in Verona; †1.9.1919 in Wien, Widorn 1976) und vor allem später Karl Rechinger (mit „Lily" Favarger, s. u.) nach Armleuchteralgen suchten. Karl Otto Bulnheim sammelte in Deutschland, der Schweiz und im Juli 1855 auch in Österreich (Aussee, Hallstätter See und Salzburg) Characeen. Er verfasste einen Aufsatz über das Sammeln und Belegen von Armleuchteralgen (Bulnheim 1859).

Karl Josef Titus Rechinger (*9.4.1867 in Wien; †29.11.1952 ebenda; Fig. 17A) studierte an der Universität Wien Botanik und arbeitete von 1893 bis 1902 als Assistent der botanischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien. Bis 1922 war er als Kustos im Hofmuseum tätig. Am 15.3.1905 heiratete er die Tochter des Ausseer „Villabesitzers" und Kurarztes Heinrich Favarger **Rosa Elisabeth „Lily" Favarger** (1880–1973; Fig. 17B), zugleich seine Kusine, und unternahm mit ihr eine Hochzeitsreise bzw. Forschungsreise in die Südsee (Steirische Alpenpost v. 18.3.1905, Rechinger and Rechinger 1908). Ein Jahr zuvor sammelten die beiden noch reichlich Characeen im Altausseer See, im Grundlsee und in Teichen um Aussee (Favarger and Rechinger 1905) sowie im „Wasenmeister-Tümpel prope pagum Aussee" für die Exsiccatensammlung „Kryptogamae exsiccatae". Im Toplitzsee fanden sie damals keine Armleuchteralgen. Ein Jahr nach der großen Reise sammelte Karl Rechinger auch im Ödensee bei Kainisch und im Steirersee im Toten Gebirge. Die von Karl Rechinger gesammelten Characeen-Belege liegen heute verstreut in verschiedenen Herbarien (B, BRA, GJO, GZU, JE, KL, LI, M, P, PRC, W, und WU). Einige seiner Belege aus dem Ausseer Land wurden von **Emanoil C. Teodorescu** (1866–1949) in Bukarest bestimmt bzw. revidiert. Von K. Rechinger und seiner Frau stammen u. a. Nachweise von *Chara aculeolata*, *Ch. papillosa*, *Ch. rudis* oder *Ch. virgata* (vgl. Farvarger and Rechinger 1905; Rechinger and Rechinger 1906; Rechinger and Rechinger 1910).

Figure 17. A. Karl Josef Titus Rechinger (1867–1952) und **B.** Elisabeth „Lily" Rechinger (geb. Favarger) (1880–1973), die erste Frau, die sich in Österreich mit Armleuchteralgen beschäftigt hatte (Foto: E. Vitek).

In der restlichen Steiermark, also südlich der oberen Steiermark, gab es nur ganz vereinzelte Aufsammlungen von Armleuchteralgen, so etwa der Beleg von *Nitella mucronata*, gesammelt von **Franz Xaver von Feiler** (2.11.1801 in Wien; †30.12.1862 in Eibiswald; Wien Geschichte WIKI; letzte Abfrage: 8.10.2024) in einem

Teich bei Eibiswald (Herbar Kerner, WU), der Beleg von *Chara vulgaris* im Schattensee in der Kraggau im Bezirk Murau vom Architekten und Bryologen **Johann Breidler** (*12.9.1828 in Leoben; †24.7.1913 in Graz; Głowacki 1913; Petz-Grabenbauer 2011) oder ein Beleg von *Nitella capillaris* von **Peter von Troyer** im Bründlteich Stainz (GZU). Peter von Troyer (*28.6.1868 in Klobenstein am Ritten in Südtirol; †25.7.1948 in Stainz; Salzburger Nachrichten v. 2.8.1948, Mitt. Grazer Stadtarchiv) studierte Pharmazie in Graz und war ab 1914 Leiter der Apotheke in Stainz (Österr. Zeitschrift für Pharmacie v. 1.8.1892 u. v. 6.2.1915). 1945 kam das Herbarium Troyer-Stainz als Schenkung des bejahrten Apothekers an das Herbar der Karl-Franzens-Universität Graz (Rössler 1988).

Wesentlich detaillierter wurden im 19. Jahrhundert die Characeen Tirols untersucht, mit Ausnahme jedoch von Osttirol, von wo aus dieser Zeit überhaupt keine Aufsammlungen existieren. Dalla Torre and Sarnthein (1901) widmeten den Algenband dem „Freiherrn Ludwig von Hohenbühel genannt Heufler zu Rasen“ in Anerkennung seiner bahnbrechenden Verdienste um die Erforschung der Kryptogamen Tirols. **Ludwig Ritter von Heufler** (*26.8.1817 in Innsbruck; †8.6.1885 in Altzoll bei Soldbad Hall; Ascherson 1885; Dalla Torre and Sarnthein 1913) war Beamter, Schriftsteller und Botaniker. In den Jahren 1836 bis 1841 sammelte Heufler um Innsbruck und im Jahr 1860 mit Juratzka bei Kufstein (Dalla Torre and Sarnthein 1901).

In Nordtirol war es auch **Friedrich Leithe** (*28.3.1828 in Fieberbrunn; †15.12.1896 in Innsbruck; Dalla Torre and Sarnthein 1900; Hittmair 1910; Kastner 1965; Fig. 18), der Akzente setzte. Friedrich Leithe war zuerst Bibliothekar der k. k. Universitätsbibliothek in Innsbruck, später Vorstand der Bibliothek der k. k. technischen Hochschule in Wien und k. k. Regierungsrat. 1885 veröffentlichte Leithe auf Anregung von Baron von Hohenbühel-Heufler seine in Tirol und Südtirol gemachten Funde von Kryptogamen, darunter nicht wenige Characeen. Das Algenherbar Leithes gelangte 1994 von der Technischen Hochschule Wien an das Herbarium des Biodiversitätszentrums Linz (LI).

Auch **Anton Kerner von Marilaun** (s. o.) war ein fleißiger Sammler von Armleuchteralgen in Tirol. Seine Lehrtätigkeit in Innsbruck ab 1860 und seine jährlichen Aufenthalte am Sommersitz in Trins, wo er auch als Professor in Wien jeden Sommer bis zu seinem Tode 1898 zubrachte (Speta et al. 2019), hinterließen Spuren in Form von vielen Belegen im Herbarium der Universität Wien (WU).

Eine weitere wichtige Botanikerpersönlichkeit, die sich in Tirol mit Characeen beschäftigte, war **Franz Unger** (*30.11.1800 in Amthof bei Leutschach in Steiermark; †13.2.1870 in Wien; Neilreich 1864; Dalla Torre and Sarnthein 1901). Er war von 1830–1836 Landesgerichtsphysikus in Kitzbühel (als Nachfolger von Sauter), anschließend Professor der Botanik an der Universität Graz (1836–1850), später in Wien als k. k. Hofrat. Angeregt wurde Unger durch sein Studium in Wien bei Nikolaus Joseph von Jacquin und durch seinen vertrauten Umgang

Figure 18. Friedrich Leithe (1828–1896) (Hittmair 1910).

mit **Anton Sauter** (s. o.), dem er als Arzt in Kitzbühel nachfolgte. Characeen-Belege wurden von Unger vor allem um Kitzbühel, im Pillersee und selten auch noch später in der Steiermark gesammelt. In seiner Publikation „Ueber den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tirol´s“ (Unger 1836) führt er *Chara vulgaris* und *Nitella flexilis* aus Bichlach bei Kitzbühel an.

Interessanterweise gibt es keine Armleuchteralgen-Belege von **Franz von Hausmann** (16.9.1810 in Bozen in Südtirol; †4.8.1878 in Bozen; Fischnaler 1879; Anonymus 1958a) aus Tirol. Der Autor der „Flora von Tirol” (Hausmann 1851–1854) sammelte Gefäßpflanzen in ganz Tirol, also in Süd-, Nord- und Osttirol. Characeen wurden von ihm allerdings nur aus Südtirol belegt (Hohla et al. 2020).

Eine große Botanikerhoffnung im zu Ende gehenden 19. Jahrhundert war **Friedrich Stolz** (*10.1.1878 in Innsbruck; †14.8.1899 am Seekogel im Pitztal; Dalla Torre and Sarnthein 1900). Dalla Torre and Sarnthein (1901) berichten über diesen Botaniker: „*In den letzten Jahren sammelte um Innsbruck der für die Erforschung des Landes nur allzufrüh verstorbene Universitätshörer Friedrich Stolz, dessen Characeen-Funde zur Bestimmung an Prof. Migula eingesandt worden waren, ohne bisher eine weitere Verwertung gefunden zu haben*“ Auf diesem Weg kamen die von Migula revidierten Herbarbelege also nach Jena (JE), wo sie auch heute noch liegen. Über diesen Unglücksfall wird auch von Magnus (1899) folgendes bekannt gegeben: „*Am 14. August endete das Leben eines vielversprechenden jungen Botanikers, des stud. Phil Friedrich Stolz, durch jähen Absturz im Pitzthale in Tirol. Er war der Sohn des an der Universität zu Innsbruck als Mathematiker wirkenden Prof. Dr. Otto Stolz. Er wurde im Februar 1878 zu Innsbruck geboren, besuchte das*

dortige Gymnasium, nach dessen Absolvirung er Naturwissenschaften in Innsbruck und München studirte …"

Es gibt noch eine Reihe von weiteren Botanikern, die in Tirol nach Characeen suchten und diese auch belegten, etwa der Kitzbühler Apotheker **Joseph Traunsteiner** (*18.12.1798 in Kitzbühel; †19.3.1850 in Kitzbühel; Sauter 1850; Dalla Torre and Sarnthein 1913) um Kitzbühel, der k. k. Postbeamte **Paul Hora** (†24.11.1903 in Pilsen; Pilsner Tagblatt v. 26.11.1902, Dalla Torre and Sarnthein 1913) um Innsbruck oder der Apotheker **Christian Brittinger** (*30.4.1795 in Friedberg in Hessen; †11.1.1869 in Steyr; Skofitz 1860), der im Pillersee *Chara subspinosa* fand (Leonhardi 1864; Dalla Torre and Sarnthein 1901).

Auch der Naturforscher und Lehrer **Karl Gabriel Baenitz** (*28.1.1837 in Marienwalde in Brandenburg; †3.1.1913 in Breslau bzw. Wroclaw; Beyer 1903; Fig. 19) besuchte Tirol. Er sammelte 1886 im Achensee Characeen, nachdem er bereits 1873 in Klagenfurt Belege gesammelt hatte, wie der Blick in verschiedene Herbarien (BRA, JE, M, PRC, WU) heute noch zeigt. Baenitz schuf das Exsiccatenwerk „Herbarium Europaeum Baenitz". Er stellte Material zusammen, das er auf seinen eigenen Reisen sammelte sowie im Tausch von vielen Botanikerkollegen erhielt. Die zugrunde liegenden Sammelgebiete erstrecken sich daher über den ganzen europäischen Bereich bis nach Kleinasien und Nordafrika.

Figure 19. Karl Gabriel Baenitz (1837–1913), Foto aus dem „Khek-Botaniker-Album" (Foto: E. Speta).

Der Wissensstand über die Characeen von Tirol und Vorarlberg des 19. Jahrhunderts wird von Dalla Torre and Sarnthein (1901) zusammengefasst. **Karl Wilhelm von Dalla Torre von Thurnberg-Sternhof** (*14.7.1850 in Kitzbühel; †6.4.1928 in Innsbruck; Rabitsch 2006) studierte Naturgeschichte in Innsbruck; er habilitierte sich 1881 an der Universität Innsbruck im Fachgebiet Entomologie und verfasste umfangreiche Publikationen zur Flora und Fauna von Tirol. Sein entomologisches Spezialgebiet waren *Hymenoptera* (Rabitsch 2006).

Sein Mitautor und Freund **Ludwig von Sarnthein** (*4.1.1861 in Hermannstadt bzw. Sibiu in Siebenbürgen; †1.2.1914 in Hall in Tirol; Riedl-Dorn 1988) studierte in Innsbruck Rechtswissenschaften, war als Verwaltungsbeamter 1892 in Brixen und Triest, in der Folge in Innsbruck tätig. Auf Anregung Anton Kerners von Marilaun (s. o.) beschäftigte er sich von Jugend an mit Botanik. Gemeinsam mit seinem Freund von Dalla Torre (s. o.) bearbeitete er die „Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein" (Dalla Torre and Sarnthein 1900–1913).

Das Wissen um die Armleuchteralgen des 19. Jahrhunderts im gesamten Österreich wird vor allem durch das große Werk „Die Characeen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung aller Arten Europas" (Migula 1897) zusammengefasst. **Walter Migula**, genau **Emil Friedrich August Walter Migula** (*4.11.1863 in Zyrowa in Oberschlesien bzw. Żyrowa in Polen; †23.6.1928 in Eisenach; Stafleu and Cowan 1981; Döring and Dressler 2017; Fig. 20), war deutscher Hochschullehrer und Kryptogamenforscher. 1888 promovierte er an der Universität Breslau; 1890 war er Privatdozent und ab 1893 ao. Professor für Botanik und naturwissenschaftliche Hygiene an der technischen Hochschule in Karlsruhe, von 1904 bis 1915 arbeitete er schließlich an der Forstakademie in Eisenach. Migula hat von vielen Sammlern in Europa Characeen-Belege erhalten und diese bestimmt bzw. revidiert. Er selbst dürfte im Vergleich dazu wesentlich weniger gesammelt haben.

Auch in den österreichischen Herbarien befinden sich viele Belege, die von Migula revidiert wurden, etwa von **Johann Breidler** (s. o.) aus Niederösterreich und Steiermark, **Lorenz J. Kristof** (*7.8.1842 in Heiligenstadt in Kärnten; †17.12.1912 in Graz; Grazer Volksblatt v. 18.12.1912) aus Kärnten, **Friedrich Leithe** (s. o.) aus Tirol **Hans Neumayer** (*27.9.1887 in Wien; †8.10.1945 in Wien; Sohn eines Wiener Bürgermeisters; Janchen 1960) aus Niederösterreich, **Karl Rechinger** (s. o.) aus der Steiermark, Niederösterreich und aus dem Burgenland, **Friedrich Stolz** (s. o.) aus Tirol, **Otto Stapf** (s. o.) aus Oberösterreich, **Siegfried Stockmayer** (s. o.) aus Niederösterreich.

Die Characeen-Belege von **Anton Heimerl** (*12.2.1857 in Pest in Ungarn; †5.3.1942 in Wien; Anonymus 1958b) gesammelt in den 1880er Jahren in Niederösterreich, Wien und im Burgenland, wurden ebenfalls zum Teil von Migula revidiert. Sie liegen heute in den Herbarien Graz (GZU), Jena (JE), Klagenfurt (LK), Linz (LI, aus dem Herbarium der Technischen Hochschule

Figure 20. Walter Migula (1863–1928) (Wissenschaftshistorische Sammlung, Botanischer Garten Berlin, Freie Universität Berlin, Migula_W_P_749_rgb).

Wien stammend), München (M), Prag (PRC) und Wien (W und WU). Manche Belege, etwa *Chara hispida* zwischen Laxenburg und Achau, wurden von Heimerl für die „Kryptogamae exsiccatae" gesammelt. Er war der Autor der populären „Schulflora für Oesterreich" (Heimerl 1903) und war Professor an der k. und k. Staatsrealschule in Fünfhaus in Wien.

Paul Sydow (*1.11.1851 in Callies in Preußen, heute Kalisz Pomorski in Polen; †26.2.1925 in Sophienstädt bei Ruhlsdorf in Brandenburg; Stafleu and Cowan 1986; Frahm and Eggers 2001) war Lehrer und Mykologe in Berlin, der auch Werke über die Characeen verfasste, etwa „Die bisher bekannten europäischen Characeen" (Sydow 1882). Sydow dürfte selber nie in Österreich Characeen gesammelt haben und scheint auch als Bestimmer oder Revisor österreichischer Armleuchteralgen nicht auf. In seinem Werk sind einige Angaben aus Österreich vorhanden, die er der damaligen Literatur, vor allem Leonhardi (1864) und dem von Otto Nordstedt zur Verfügung gestellten Manuskript von „A. Braun, Fragmente einer Monographie der Characeen" (später Braun und Nordstedt 1882) entnommen hat, wie er im Vorwort berichtet. Gemeinsam mit Walter Migula und Lars Johan Wahlstedt wurde in den Jahren 1892–1901 die „Characeae exsiccatae" herausgegeben, eine Serie von 150 Nummern getrockneten Characeen in herbarisierter Form mit gedruckten Etiketten. Die Belege wurden von den drei Herausgebern sowie von Ludwig Holtz, Alexander Braun (s.o.), Nándor Filarszky (s. u.) und weiteren Botanikern gesammelt. Die Belege stammen aus vielen europäischen Ländern, nicht jedoch aus dem heutigen Österreich.

2.1.2. Das 20. Jahrhundert

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts kam es in Österreich zu einem starken Rückgang in der Characeenforschung. Eine mögliche Ursache könnte sein, dass sich die Phanerogamen-Botaniker nicht mehr „zuständig" gefühlt hatten für die Characeen, die Algenfachleute hielten sie jedoch eher für „Phanerogamen". In den damaligen Pflanzenbestimmungsbüchern wurden die Armleuchteralgen nicht mehr berücksichtigt. Sie befanden sich sozusagen „zwischen den Stühlen". Sicherlich gab es auch kriegs- und krisenbedingte Rückgänge der Sammelaktivitäten.

Das neue Jahrhundert begann mit einigen 1901 und 1903 von Karol Mergl gesammelten Belegen (BRA) aus dem Neusiedler See. **Karol Mergl** (*27.4.1876 in Preßburg, heute Bratislava; †30.10.1953 in Bratislava; Haris 2016) war Lehrer und Naturforscher, vor allem ein Spezialist für Insekten (Hymenoptera und Diptera).

Franz Höhnel (*24.9.1852 in Zombor, damals Ungarn, heute Slowakei; †11.11.1920 in Wien; Anonymus 1959a) sammelte zu Beginn des 20. Jahrhunderts in Niederösterreich auch Armleuchteralgen. Seine Belege liegen heute in Linz (LI) und stammen aus dem Herbarium der Technischen Hochschule Wien. Franz Höhnel war Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule sowie an der Hochschule für Bodenkultur Wien, Pflanzenphysiologe und Mykologe.

Nach den Sammelaktivitäten **Karl Rechingers** und seiner Frau Lily im steirischen Salzkammergut in den Jahren 1904 bis 1906 (s. o.) „riss" es förmlich ab. Zu den wenigen Aufsammlungen bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts zählen etwa einige wenige Characeenfunde von **Friedrich Karl Max Vierhapper** (s. o.) im Lungau im Bundesland Salzburg oder der Fund von *Chara virgata* 1908 im Tiroler Gschnitztal durch **Richard Wettstein von Westersheim** (*30.6.1863 in Wien; †10.8.1931 in Trins in Tirol; Speta et al. 2019), dem Schwiegersohn Anton Kerners.

Auch der Sohn Karl Rechingers, **Karl Heinz Rechinger** (*16.10.1906 in Wien; †30.12.1998 in Wien; Lack 2000), war Botaniker und interessierte sich für Armleuchteralgen. Vermutlich in den späteren 1920er Jahren belegte er im Burgenland Armleuchteralgen, wo er mit seinem Freund **Jozef Scheffer** (1903–1949; Marhold and Feráková 1993), einem Arzt aus Bratislava, unterwegs war. Für das Exsikkatenwerk „Kryptogamae exsiccatae editae a Mus. Hist. Nat. Vindobon." sammelte er am Neusiedler See *Chara canescens*. Die Belege enthalten zwar kein Sammeldatum, wurden jedoch noch von Walter Migula revidiert, der 1928 starb (s. o.). Ebenfalls in den 1920er Jahren sammelte Ádám Boros Belege im Neusiedler See und im Hechtensee in der Steiermark. **Ádám Boros** (*19.11.1900 in Budapest; †2.1.1973 in Budapest;

Tudósnaptár História 2024) war Lehrer, Höhlenforscher und Botaniker. Die von Boros in den Jahren 1923 bis 1925 gesammelten Belege (BP) wurden vom ungarischen Characeenkenner Nándor Filarszky revidiert.

Nándor Filarszky (*18.10.1858 in Késmárk, heute Kežmarok in der Ostslowakei; †23.6.1941 in Budapest; Moesz 1943; Stafleu and Cowan 1976; Fig. 21) befasste sich bereits in seiner Assistentenzeit an der Universität Budapest intensiv mit den Characeen und legte damals den Grundstock seiner späteren großen Characeen-Monografie, deren einleitenden Teil die Ungarische Akademie der Wissenschaften 1941 herausgab (Filarszky 1941) und deren größerer und gewichtigerer Teil unpubliziert als Handschrift verblieb. Im Anschluss an seine Zeit an der Universität Budapest war er durch drei Jahrzehnte hindurch Leiter der botanischen Abteilung des Nationalmuseums in Budapest. In dieser Zeit bearbeitete er wieder seine alten geliebten Characeen.

Figure 21. Nándor Filarszky (1858–1941) (Hungarian Natural History Museum Budapest).

Seine zum größten Teil in der Handschrift verbliebene *Chara*-Monographie kann als die größte literarische Leistung seines Lebens betrachtet werden. Die Monographie besteht aus drei Teilen. Der erste Teil behandelt die allgemeine Naturgeschichte der Characeen. Der zweite Teil enthält das System der Characeen und die ausführliche Beschreibung der europäischen Arten. Der dritte Teil enthält dreierlei alphabetisch geordnete Register. Er beschreibt 65 europäische Arten und bietet eine Übersicht über ihre mehr als 650 Formen. Zu ihrer Bestimmung fügt er auch einen Schlüssel bei. Wir erfahren, dass die Anzahl der in Ungarn vorkommenden Characeen-Arten 44 beträgt und die bisher beschriebenen Formen sich auf 350 belaufen, darunter die durch Filarszky beschriebenen 174 neuen Formen. Filarszky berichtete in mehreren Publikationen über Characeenvorkommen in Ungarn, Slowakei, Kroatien, Rumänien und einigen Ländern der Balkanhalbinsel (Moesz 1943). In den ungarischen Publikationen werden aus dem heutigen Österreich nur einige wenige Funde aus dem Neusiedler See erwähnt (Filarszky 1893 u. 1924). Keine Angaben aus Österreich enthalten Filarszky (1935 u. 1937) und Borbás (1887), dessen Werk zwar auch viele Pflanzenangaben aus dem heutigen Burgenland nennt, jedoch nur Characeen-Daten aus den heute ungarischen Gebieten. Vor 1921 war das Burgenland noch ein Teil des Königreiches Ungarn, heute gehört es zu Österreich.

Ein weiterer Characeenexperte war **Jan Vilhelm** (*10.5.1876 in Jungbunzlau, heute Mladá Boleslav; †18.6.1931 in Prag; Domin 1933, Makariusová 2017), o. Professor an der Universität Prag. Allerdings konnten unter seinen Characeenbelegen im Herbarium der Karls-Universität Prag (PR) keine Belege aus Österreich gefunden werden; dasselbe gilt auch für seine Publikationen über die Böhmische Characeenflora (Vilhelm 1914, 1924a, b), in denen er zwar mehrfach auf die Erkenntnisse Hermann Leonhardis (s.o.) in Böhmen und Österreich einging, ohne jedoch Angaben über eigene österreichische Funde zu machen.

Es sollte dann in Österreich wie auch in vielen anderen Ländern, bis auf ganz wenige Ausnahmen, einige Jahrzehnte bis zur Wiederbelebung der Characeen gegen Mitte des 20. Jahrhunderts dauern.

Eine herausragende Persönlichkeit der Kryptogamenforschung in jener Zeit war **Helmut Gams** (*23.9.1893 in Brünn bzw. Brno, Tschechien; †13.2.1976 in Innsbruck; Gärtner and Neuner 2001). Er ist zwar der Verfasser der „Kleinen Kryptogamenflora" (Gams 1953), hat jedoch interessanterweise in Österreich keine Armleuchteralgen gesammelt. Lediglich einen *Chara-globularis*-Beleg von **Volkmar Vareschi** (*16.3.1906 in Innsbruck; †6.3.1991 in Caracas; Mägdefrau 1992), gesammelt 1929 in Tantegert, einem Waldmoorgebiet südlich von Innsbruck, hat Gams bestimmt. Grundsätzlich hatte er sich jedoch für Characeen interessiert: Bei Revisionsarbeiten in den Beständen des Kryptogamen-Herbars des Botanischen Institutes der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck wurde eine komplette Ausgabe der *Characeae exsiccatae* von W. Migula, R Sydow & L. J. Wahlstedt (herausgegeben zwischen 1892 und 1901) gefunden. Dieses Herbar stammte aus dem Besitz von Helmut Gams (Gärtner 2005). Sehr selten führt Gams Armleuchteralgen in seinen Publikationen an, so etwa in Gams (1936) mit einer einzigen Characeen-Angabe („*Chara* cf. *foetida*") aus dem Fuscher Rotmoos in Salzburg.

Der Moor- und Moos-Experte **Robert Krisai** (*4.10.1932 in Braunau; †8.10.2019 in Braunau, Franz 2019; Hohla 2022) hat zeitlebens auch Characeen gesammelt und zwar, wann und wo er die Gelegenheit dazu hatte. Viele Belege aus dem Herbar Krisai wurden noch von Werner Krause (s. u.) bestimmt, später von Thomas Gregor bzw. Michael Hohla. Nach dem Tod von Robert Krisai kam sein Herbarium nach Linz (LI). Einige Characeen-Angaben fanden Eingang in das Werk „Die Moore Oberösterreichs" (Krisai and Schmidt 1983), jedoch nur auf Gattungsniveau als *Chara* und *Nitella*. Von Krisai stammen viele wertvolle Funddaten, etwa *Chara tomentosa* 1957 im Häretingersee im Ibmermoorgebiet, *Chara subspinosa* 1959 im Stechlweiher in Braunau, *Chara tomentosa* 1980 im Längsee oder *Nitella mucronata* 1984 im Huckinger See; überall sind diese Arten dort schon lange verschwunden (Hohla and Gregor 2011a). Robert Krisai studierte Welthandel und Botanik in Wien, führte den elterlichen Betrieb (Transport- und Bestattungsunternehmen) weiter und unterrichtete bis ins hohe Alter an der Universität Salzburg.

Mit **Elsa-Lore Kusel-Fetzmann** (*9.3.1932 in Mödling; †16.4.2020 in Baden; Speta 2002; Schiemer and Punz 2012; Täuscher 2012; Schagerl 2022; Götzinger 2022; H. Kusel, E-Mail; Fig. 22) setzte in Österreich seit Lily Rechinger (geb. Favarger, s. o., der Frau von Karl Rechinger sen.) wieder eine Frau Akzente bei der Erforschung der Characeen. Sie war die „Grande Dame" der österreichischen Hydrobotanik (Dokulil et al. 2020). 1950 begann sie ihr Studium an der Universität Wien und beendete ihre Doktorarbeit im Jahr 1956. Im selben Jahr wurde sie am Institut für Pflanzenphysiologie von ihrem Doktorvater Karl Höfler engagiert. Zusammen mit ihm publizierte sie eine Arbeit über die Lacken des Seewinkels (Höfler and Fetzmann 1959), in der als einzige Characeenart *Chara canescens* erwähnt wird. In ihrer Habilitation beschrieb sie die Algenvegetation der Donauauen um Stockerau (Fetzmann 1963), jedoch ohne Characeenangaben. Für ihre Studien erhielt sie den „Kardinal-Innitzer-Preis" sowie den „venia legendi" für Pflanzenphysiologie, Ökologie und Hydrobotanik. Ein Jahr später heiratete sie den Lehrer und Meeresalgenkenner Hermann Kusel. Ihre Doktoranden und Doktorandinnen forschten vor allem in den Donauauen, am Neusiedler See und an den Lunzer Seen.

Figure 22. Elsa-Lore Kusel-Fetzmann (1932–2020), bei einer Felddemonstration der Ca2+-Bindung von *Sphagnum* anlässlich eines „Biozönosekurses" in Lunz (Foto: Schiemer; Schiemer and Punz 2012).

Auch wenn sie keine ausgesprochene Characeenspezialistin war und auch keine umfassende Characeenpublikation veröffentlichte, war sie doch in den 1960er und 1970er Jahren in Österreich die erste Instanz, wenn es um Armleuchteralgen ging. Ihr Nachweis von *Lychnothamnus barbatus* im Klopeiner See im Jahr 1971, über den sie gemeinsam mit dem späteren Agrarbiologen **Hans Lew** berichtete, war spektakulär (Kusel-Fetzmann and Lew 1972a, b; Krause 1986). Sie selber sammelte 1978 u. a. *Nitella opaca* im Lunzer Untersee. Gemeinsam mit **Hellmuth Nouak** untersuchte sie den Jeserzer See in Kärnten. Von Kusel-Fetzmann and Nouak (1979) werden von dort zwei Characeenarten angegeben. Elsa-Lore Kusel-Fetzmann verfasste ein Kapitel der Roten Liste gefährdeter Pflanzen Österreichs (Niklfeld 1999). In diesem Kapitel („Zur Gefährdung der österreichischen Süßwasseralgen") geht sie zwar auf die Armleuchteralgen ein, erwähnt darin jedoch nur drei Arten (*Nitella opaca*, *Nitellopsis obtusa* und *Lychnothamnus barbatus*) namentlich. Bis in die 1980er Jahre hinein war Elsa-Lore Kusel-Fetzmann die erste Ansprechperson für Characeen in Österreich. Dann war es vor allem Werner Krause, welcher starken Einfluss auf die Characeenforschung in Österreich nahm (s. u.) und viele Sammlerinnen und Sammler motivierte.

Pablo Jorge Weisser (*24.7.1941 in Valparaiso in Chile; Gunn and Codd 1981) studierte 1959 bis 1964 an der Facultad de Ciencias der Universidad de Chile, 1968 bis 1971 an der Universität Wien. Er war Dissertant des Pflanzenphysiologischen Institutes am Neusiedler See unter dem damaligen Vorstand Richard Biebl. Ab 1974 arbeitete er in Südafrika am Botanical Research Institute in Pretoria in Südafrika. In seiner Publikation „Die Vegetationsverhältnisse des Neusiedlersees. Pflanzensoziologische und Ökologische Studien" (Weisser 1970) werden auch neun Characeenarten aufgelistet; deren Bestimmung stammte von Elsa-Lore Kusel-Fetzmann.

Bei ihrer Dissertation von Elsa-Lore Kusel-Fetzmann betreut wurde Luise Schratt (verh. Schratt-Ehrendorfer). **Luise Schratt-Ehrendorfer** (*5.2.1956 in St. Veit/Glan; Gärtner and Neuner 2001), aufgewachsen in St. Georgen am Längsee, studierte Biologie an der Universität Wien, verfasste 1988 ihre Dissertation „Geobotanisch-ökologische Untersuchungen zum Indikatorwert von Wasserpflanzen und ihren Gesellschaften in Donau-Altarmen bei Wien" (Schratt 1988) und ist Erstautorin der aktuellen Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (Schratt-Ehrendorfer et al. 2022). Im Zuge ihrer Untersuchungen der Lobau wurden ebenfalls die Characeen erfasst (Schratt-Ehrendorfer 1999; Schratt-Ehrendorfer and Rotter 1999). Dies führte zu Nachweisen u. a. von *Nitella mucronata*, *Nitella syncarpa* und *Sphaerochara intricata*.

Am Rande beschäftigte sich der Limnologe **Heinz Löffler** (*17.3.1927 in Wien; †13.10.2006 in Wien; Danielopol

and Schiemer 2006) ebenfalls mit den Armleuchteralgen. Seine Projektstudie über die Alte Donau in Wien enthält Angaben von Characeen, etwa von *Chara hispida*, *Ch. papillosa* und *Ch. tomentosa* (Löffler 1988). Heinz Löffler studierte an der Universität Wien Naturwissenschaften mit dem Schwerpunkt Zoologie. In Österreich begann er mit der Paläolimnologie. Er führte seine Forschungen zuerst an der Biologischen Station Lunz durch, später an dem von ihm gegründeten Limnologischen Institut in Mondsee.

Die Makrophytenvegetation des Bodensees wurde über viele Jahre hinweg von **Gerhard Lang** (*21.10.1924 in Ravensburg; †19.6.2016 in Biberach an der Riß; Lotter et al. 2016) erhoben. Lang studierte ab 1946 an der Universität Freiburg Botanik und Zoologie mit den Nebenfächern Chemie und Physik. Nach dem Wechsel an die Universität Göttingen 1948 studierte er bei Franz Firbas, wo er 1952 mit einer pollenanalytischen Arbeit zur späteiszeitlichen Vegetationsgeschichte und Florengeschichte Südwestdeutschlands promovierte. 1962 wurde Lang Vortragender für Geobotanik an der Universität Karlsruhe. 1966 reichte er seine Habilitationsschrift über die Makrophytenvegetation des Bodensees ein. Im Jahre 1975 wurde er als ordentlicher Professor und Direktor des Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Bern berufen. Er war Botaniker mit Forschungsschwerpunkt Vegetationskunde, Geobotanik und Quartäre Vegetationsgeschichte. Eines seiner Standardwerke war etwa Lang (1994). Seine Veröffentlichungen über die Wasserpflanzen des Bodensees (Lang 1967; Lang 1973 u. Lang 1981) enthalten viele Angaben von Characeen mit Verbreitungsangaben. Die ersten Arbeiten brachten wichtige Erkenntnisse hinsichtlich der ökologisch bedenklichen Qualität dieses Sees in den 1960er Jahren; die letzte Publikation lässt bereits eine deutliche Verbesserung erkennen.

Ebenfalls eng mit dem Bodensee verbunden ist **Klaus Schmieder** (*10.8.1961 in Schapbach in Schwaben; pers. Mitt.). Er hat 1983 bis 1989 in Konstanz Biologie studiert und 1989 bis 1993 in Hohenheim promoviert. Klaus Schmieder arbeitet heute am Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim. Seine Forschungen ermöglichen den Vergleich mit den Ergebnissen von Gerhard Lang (s. o.). Diese lassen eine zwischenzeitlich eingetretene deutliche Verbesserung des Bodensees erkennen (Schmieder 1998; Schmieder 2004; Dienst et al. 2012; Schmieder et al. 2017).

Wolfgang Holzner (*31.8.1942 in Mödling; †29.10.2014, letzter Wohnort: Kottes-Purk; Kubelka 2015) studierte an der Universität Wien die Fächer Botanik, Chemie und Japanologie, promovierte 1970 an der Universität Wien, habilitierte sich 1974 an der Universität für Bodenkultur Wien. Holzner war auf dem Gebiet der „Unkräuter" eine Autorität von internationalem Rang (Hübl 1992). Dass er sich in den 1980er Jahren auch mit Characeen beschäftigte, wissen nur wenige. Er suchte nach ihnen in mehreren Seen des oberösterreichischen Salzkammergutes und in den Kärntner Seen (Schratt 1993).

Die Arbeiten von **Friederike Thaler** (*30.1.1944 in Wien, geb. Friederike Kohout; pers. Mitt.) über die Characeen von Attersee, Mondsee und Fuschlsee (Thaler 1981) markieren den Beginn einer erneuten intensiven Auseinandersetzung in Oberösterreich und Salzburg. Diese Bearbeitung wurde von ihrem früheren Studienkollegen Wolfgang Holzner initiiert. Friederike Thaler studierte an der Universität Wien Botanik und Zoologie; ihre Dissertation über Diatomeen wurde anfänglich von Lothar Geitler, später von Elisabeth Tschermak-Wöss betreut (Thaler 1972). Friederike Thaler hatte die Characeen-Proben von **Lies van Campen** und **Bea Edlinger** (vgl. Van Campen and Edlinger 1981) übernommen und mit Unterstützung von Werner Krause (s. u.) bestimmt. Krause hat für diese Characeen-Publikation (Thaler 1981) auch selber Daten aus dem Attersee bereitgestellt.

Auch einige Botanikerinnen und Botaniker in Kärnten profitierten in den 1980er Jahren von der Unterstützung durch den großen Characeen-Experten Werner Krause. Angeregt durch dessen Hilfe und persönlichen Besuche (z. B. 1985) sammelten **Gerfried Horand Leute** (*14.6.1941 in Klagenfurt; pers. Mitt.), gemeinsam mit Isolde Edeltraut Müller, Michael Kosch und **Wilfried Franz** (*2.8. 1946 in Klagenfurt; pers. Mitt.) in den Kärntner Seen intensiv nach Characeen. Diesem Umstand verdanken wir heute eine gute Kenntnis über die Characeen dieser Zeit in den Kärntner Seen. Ende der 1970er Jahre bestimmte Elsa-Lore Kusel-Fetzmann (s. o.) noch deren Aufsammlungen.

So wie Alexander Braun und später Walter Migula (s. o.) war Werner Krause in den 1980er und 1990er Jahren die große Koryphäe der Characeenforschung in Mitteleuropa. **Werner Krause** (*20.3.1911 in Leipzig; †5.10.2000 in Aulendorf; Melzer 2001; Reichelt 2002; Pusch et al. 2015; Fig. 23) studierte in Leipzig Biologie. Dabei wechselte er für ein Jahr an die Universität Freiburg, wo er von Lauterborn in die Hydrobiologie eingeführt wurde. 1940 promovierte er über die Ökologie und Verbreitungsbiologie von *Carex humilis*. Noch während des Krieges und kurz danach war er bei Reinhold Tüxen tätig. 1950 wurde er Beamter im Forschungs- und Beratungsinstitut für Höhenlandwirtschaft in Donaueschingen. Von dort zog er 1965 nach Aulendorf, wo er an der Staatlichen Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau arbeitete. 1976 wurde er pensioniert. Besonders

Figure 23. Werner Krause (1911–2000) (Foto: A. Melzer; Melzer 2001).

seit 1960, also eher „spätberufen" entwickelte er sich zu einem der besten Kenner der Characeen. Zur Erforschung der Armleuchteralgen bereiste er viele Länder Europas, von Portugal bis ins ehemalige Jugoslawien, Polen, Skandinavien und Irland. Sein Herbar befindet sich heute in der Limnologischen Station der Technischen Universität München in Iffeldorf. Das Erscheinen des von Krause verfassten Characeen-Bandes der Süßwasserflora (Krause 1997) war für die Characeenforschung in Mitteleuropa ein entscheidender Impuls. Dieses Bestimmungsbuch ist heute noch gut zu verwenden.

Eine der ersten ausschließlich auf Wasserpflanzen bezogenen Untersuchungen eines österreichischen Sees führte der Limnologe und Gewässerökologe **Arnulf Melzer** (*1947 in Cham; TUM 2024; Fig. 24) im Jahr 1995 im Irrsee in Oberösterreich durch (Melzer 1995). International bekannt geworden ist Arnulf Melzer durch die Entwicklung einer neuen Methode, durch Kartierung der Unterwasservegetation den ökologischen Zustand eines Gewässers zu beurteilen (Melzer 1999). Er hat die Limnologische Station der TUM in Iffeldorf auf- und ausgebaut und war Extraordinarius für Limnologie an der TU München.

Figure 24. Arnulf Melzer, auf den Osterseen im Jahr 2022 (Privatarchiv A. Melzer).

Eher nur am Rande mit Characeen hat sich Eugen Rott beschäftigt. **Eugen Rott** (*1951 in Innsbruck; ZOBODAT) war ao. Universitäts-Professor am Institut für Botanik und erstellte mit MitarbeiterInnen (darunter **Karin Pall**, s. u.) Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreich (Rott et al. 1997 und 1999). Diese enthalten eine Liste von 29 Characeen-Arten, jedoch ohne Angaben von Fundorten bzw. zur Verbreitung in Österreich. Eugen Rott war Betreuer von Dietmar Jägers Diplomarbeit über die Characeen-Flora Vorarlbergs (s. u.).

Clemens Pichler (*18.9.1971 in Wien; pers. Mitt.) studierte 1990 bis 1996 Biologie und Erdwissenschaften sowie Französisch (Lehramt) an der Universität Wien, seine Diplomarbeit „Über den Einfluß des Lichtgenusses auf die Zusammensetzung der Photosynthesepigmente von Characeen" wurde von Michael Schagerl betreut (Pichler 1996). Ein Jahr später erschien seine Publikation über die Characeen des Neufelder Sees im Burgenland (Pichler 1997). Zur Bestimmung der Pflanzen übersetzte er den „Corillon"-Bestimmungsschlüssel (Corillion 1957) ins Deutsche. Für Spezialfragen stand damals Elsa-Lore Kusel-Fetzmann zur Verfügung. Pichler wies bei seinen Untersuchungen des Neufelder Sees acht Arten nach, darunter *Chara aculeolata*, *Ch. papillosa*, *Ch. tomentosa*, *Nitella opaca* und *Nitellopsis obtusa*. Die beiden letzten Arten stellten Neufunde für das Burgenland dar. Clemens Pichler ist heute Professor am BG/BRG Mödling.

2.1.3. Das 21. Jahrhundert

Das Erscheinen des Bandes der Süßwasserflora zu den Characeen (Krause 1997, s. o.) war für die Characeenforschung in Mitteleuropa ein entscheidender Schritt, um diese ökologisch wichtige Gruppe vertieft in limnologische Fragestellungen miteinzubeziehen. Weitere Impulse erhielt sie gegen Ende des 20. Jahrhunderts und zu Beginn des 21. Jahrhunderts durch die Europäische Union, einerseits durch die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie), andererseits durch die Wasserrahmenrichtlinie.

Die **FFH-Richtlinie** (Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen) wurde im Jahr 1992 von den damaligen Mitgliedstaaten der Europäischen Union verabschiedet. Eines ihrer wesentlichen Instrumente ist ein zusammenhängendes Netz von Schutzgebieten, das Natura 2000 genannt wird. Vor allem der Lebensraumtyp 3140 nach Anhang I der FFH-Richtlinie in Österreich betrifft die Characeen. Es handelt sich dabei um die „oligo- bis mesotrophen kalkhaltigen Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armleuchteralgen". Aber auch andere im Anhang I genannten Süßwasserlebensräume betreffen Characeen-Lebensräume (UBA 2019).

Die **Wasserrahmenrichtlinie** (WRRL, RL 2000/60/EG) trat im Jahr 2000 in Kraft und zielt darauf ab, bis 2015, mit Ausnahmen spätestens 2027, einen guten ökologischen und guten chemischen Zustand für Oberflächengewässer sowie ein gutes ökologisches Potenzial und einen guten chemischen Zustand für erheblich veränderte

oder künstliche Gewässer zu erreichen. Die WWRL wurde im Jahr 2003 durch die Novelle des Wasserrechtsgesetzes 1959 (BGBl. Nr. 215/1959 i.d.g.F.) in nationales Recht überführt. Mit der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV, BGBl. II Nr. 479/2006, Novellierung mit BGBl. II Nr. 465/2010) wurden im Jahr 2006 die Vorgaben der WRRL zum Monitoring in Österreich umgesetzt und die bestehenden österreichischen Überwachungsprogramme entsprechend angepasst (UBA 2024). Die Makrophyten-basierte Bewertungsmethode dazu wurde von Karin Pall erstellt (Pall and Moser 2009; Pall et al. 2025).

Die FFH-Richtlinie und die WWRL der EU führten seit Inkrafttreten zu intensiven Untersuchungen österreichischer Gewässer. Da gerade die Characeen, deren Artenzusammensetzung und Entwicklung einen guten Einblick in den ökologischen Zustand von Gewässern ermöglichen, wurde diese Gruppe ebenfalls im Zuge der Gewässerkartierungen erfasst. Die Umsetzung der WRRL bewirkte vor allem die Untersuchung relativ großer Seen; die für die Characeen sehr wichtigen kleinen Seen, Teiche, Tümpel, etc. spielen dabei leider nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Die Makrophyten der meisten größeren Seen in Österreich und der Augebiete im Raum Wien wurden inzwischen von **Karin Pall** (*15.3.1960 in München; pers. Mitt.) und den Mitarbeiter*innen bzw. Projektpartner*innen ihres Unternehmens erforscht. Ihre 1994 am Attersee durchgeführten Untersuchungen (Pall 1996) waren die Initialzündung für eine Reihe von weiteren Seenuntersuchungen, die in der Folge in Österreich durchgeführt wurden. Es wurde dabei erstmals ein gesamter See in Österreich abgetaucht und auf Wasserpflanzenvorkommen untersucht.

Zu ihrem Team gehör(t)en: Adolf Hippeli, Susanne Hippeli, Veronika Mayerhofer, Stefan Mayerhofer, Sascha Pall und Bernhard Plachy. Karin Pall studierte 1979 bis 1986 Biologie und Chemie sowie 1979 bis 1987 Sport an der Technischen Universität München. Ihre Dissertation an der Universität Innsbruck hatte zum Thema: „Ecological Quality Assessment of Lakes by Use of Aquatic Marcophytes“ (Pall 2014). Von 1985 bis 1991 war sie als selbständige Biologin (Gewässergutachten) in Überacker bei München tätig; seit 1992 ist sie geschäftsführende Gesellschafterin der systema GmbH in Wien.

Eine weitere Institution, die sich mit Qualitätserhebungen von Seen befasst ist das **Kärntner Institut für Seenforschung (KIS)** des Amtes der Kärntner Landesregierung. Das Land Kärnten (Abteilung 8 Umwelt, Energie und Naturschutz) überprüft jährlich die Wasserqualität von mehr als 48 Kärntner Seen (KIS 2024). Maßgeblich für die Erhebung von Makrophytendaten (inklusive Characeen) waren in den Jahren zwischen 2003 und 2007 Karin Pall mit ihrem Team (s. o.), später Ulrike Prochinig und Maria Friedl, die in den Folgejahren an bestimmten Referenzstellen der großen Seen Erhebungen durchgeführt haben. **Ulrike Prochinig** (*16.8.1966 in Leoben; pers. Mitt.) studierte Biologie, Zoologie, an der Karl-Franzens-Universität in Graz, das Thema ihrer Diplomarbeit: „Erhebung des Fischbestandes des Speichers Koralpe“ (Prochinig 1997). Sie arbeitete bis 2019 im Kärntner Institut für Seenforschung (KIS), seit 2020 bei der Abteilung Naturschutz, Land Kärnten. Ulrike Prochinig wies im Zuge ihrer Untersuchungen *Nitella tenuissima* erstmals für Österreich in einem Fischteich bei Mallenitzen in Kärnten nach (Prochinig 2021). **Maria Friedl** (*31.1.1968 in Klagenfurt, pers. Mitt.) studierte Botanik an der Karl-Franzens-Universität in Graz, arbeitet heute ebenfalls für das Amt der Kärntner Landesregierung.

Besonders gründlich untersuchte **Dietmar Jäger** (*10.5.1960 in Lustenau; Jäger 2005) die Characeenflora des Bundeslandes Vorarlberg (Jäger 1999, 2000, 2005, 2007, 2010, 2012, 2013, 2014, 2018). Dietmar Jäger studierte 1993 bis 1999 an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Studienrichtung Biologie; das Thema seiner von Eugen Rott betreuten Diplomarbeit: „Beiträge zur Characeen-Flora Vorarlbergs“ (Jäger 2000). Es folgten eine Ausbildung zum Lehrer für Allgemeine Sonderschulen und für Schwerstbehinderte und 2002 bis 2005 das Doktoratsstudium an der Universität Hohenheim in Deutschland.

Der Bodensee ist auch weiterhin ein zentrales Objekt der Characeenforschung (Dienst et al. 2012; Bauer et al. 2014; Schmieder et al. 2017). Diplomarbeiten von **Fionn Murphy** (*27.6.1991; Murphy 2016), betreut von Klaus Schmieder und Ole Pedersen, und **Margaret Louise Janke** (*22.8.1990; Janke 2016), betreut von Klaus Schmieder, enthalten Characeendaten aus dem österreichischen Teil des Bodensees.

Iris Baart (*20.12.1980 in Wilrijk in Belgien; Baart 2012) verfasste sowohl ihre Diplomarbeit „Die Makrophyten in den Gewässern des Wiener Teils des Nationalparks Donau-Auen“, also auch ihre Dissertation „Historische und potentielle Entwicklung der Makrophyten in der Lobau auf Basis hydrologischer und morphologischer Bedingungen“ über den Nationalpark Donau-Auen bzw. die Lobau (Baart 2012 und Baart 2016). Vor allem ihre von Georg Janauer betreute Diplomarbeit enthält eine Reihe von Characeenangaben.

Die Makrophyten der Donaualtwässer in Wien und Niederösterreich wurden auch von **Jakob Vielberth** (*1990 in Graz) untersucht. Seine Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur (Vielbert 2017) wurde von Karl-Georg Bernhardt und Steffen Hameister betreut. Sie enthält viele Angaben von Characeen aus den Donauauen (Lobau, Stopfenreuther Au, bei Orth an der Donau und Eckartsau).

Karl-Georg Bernhardt (*24.5.1957 in Hamm/Westfalen in Deutschland; pers. Mitt., Bernhardt 1996) studierte in Münster Landschaftsökologie und Biologie, promovierte 1986 in Osnabrück im Fach Botanik und habilitierte sich 1993 für das Fach Spezielle Botanik. Seine Forschungsgebiete sind Vegetationskunde, Populationsökologie und Renaturierungsökologie. Von 1998 bis 2023 war er Professor für Spezielle Botanik und Geobotanik an der Universität für Bodenkultur Wien. Er betreute einige Masterarbeiten, in denen auch Characeen erfasst wurden (z. B. Hudler 2014; Vielberth 2017; Bernhardt et al. 2017; Eichinger 2020). Selbst sammelte Bernhardt Armleuchteralgen vor allem im Seewinkel im Burgenland, im

Waldviertel und in den Donauauen. Zu den besonderen Nachweisen zählen etwa die Funde von *Sphaerochara prolifera* in den Auen bei Zwentendorf an der Donau und *Nitella capillaris* im Apetloner Badesee.

Gemeinsam mit Karin Pall organisierte Karl-Georg Bernhardt eine Characeentagung (7.6.2018 bis 10.6.2018) in Lunz sowie ein Treffen der **Arbeitsgruppe „Charophytes of Europe"** (Schubert et al. 2024) in Wien (21.4.2018 bis 23.4.2018; Fig. 25A, B).

Figure 25. A. Exkursion der Arbeitsgruppe „Charophytes of Europe" 2018 im Seewinkel im Burgenland – vorne rechts: Heiko Korsch, in der Mitte (sprechend): Uwe Raabe, Dritter von links: Roman Romanov. **B.** Tagung Arbeitsgruppe „Charophytes of Europe" 2018 in Wien – vorne sitzend, von links nach rechts: Heiko Korsch, Thomas Gregor, Nadia Abdelahad (Foto: H. Schubert).

Von diesen beiden Veranstaltungen existieren Kartierungslisten, gesammelt von den Teilnehmenden **Volker Krautkrämer** (*26.2.1951 in Saarbrücken; pers. Mitt.) und **Silke Oldorff** (*10.7.1965 in Zehdenick/Brandenburg; pers. Mitt.), die auch in anderen Gewässern in Österreich tauchten und Belege sammelten bzw. Daten erhoben (Oldorff and Krautkrämer 2018; Krautkrämer 2018). Mitglieder der Arbeitsgruppe „Charophytes of Europe", die in Österreich unterwegs waren und Characeen sammelten, waren u. a. **Hendrik Schubert** (*13.12.1960 in Halle an der Saale; Universität Rostock 2024), **Klaus van de Weyer** (*10.5.1961 in Mönchengladbach; pers. Mitt.), **Irmgard Blindow** (*21.2.1957 in Düren; pers. Mitt.) und **Heiko Korsch** (*30.6.1965 Themar/Kreis Hildburghausen; Pusch et al. 2015). Letzterer ist Autor diverser Beiträge über Characeen, z. B. der Armleuchteralgen Sachsen-Anhalts (Korsch 2013) und der aktuellen Roten Liste und Gesamtartenliste der Armleuchteralgen Bayerns (Korsch 2022). Heiko Korsch revidierte viele Belege aus Österreich, die ihm übermittelt bzw. vorgelegt wurden und auch jene in den Herbarien Jena, München und im Herbar Krause in Iffeldorf.

Ralf Schaible (*7.9.1971 in Calw; Schaible 2006) untersuchte gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen die Gewässer im Seewinkel mit Schwerpunkt *Chara canescens* und deren Fortpflanzungsbiologie (Schaible et al. 2008, 2009a, b, 2011).

Besonders auf die Gewässer des Burgenlandes hat sich **Uwe Raabe** konzentriert. Von Bedeutung sind seine Nachweise von *Chara tenuispina*, *Chara braunii* und *Nitella gracilis*; letztere eine unscheinbare Art, die von ihm in mehreren Kleinstgewässern des Burgenlandes gefunden wurde (Raabe 2024). Außerdem hat Uwe Raabe viele Belege von Sammlern aus der Steiermark, Wien, Niederösterreich und dem Burgenland bestimmt bzw. revidiert.

Alexander Mrkvicka (*24.7.1966 in Wien), **Irene Drozdowski** (*6.5.1978 in Wien) und **Georg Mrkvicka** (*1.8.1995 in Wien; alle pers. Mitt.) untersuchten im Zeitraum von 2006 bis 2011 in Summe 68 Seen des steirischen Salzkammergutes nach Wasserpflanzen und publizierten ihre Ergebnisse (Drozdowski et al. 2015).

Der norwegische Biologe und Algenspezialist **Anders Vidar Langangen** (*1942 in Porsgrunn in Norwegen, †14.5.2025 in Oslo; Langangen et al. 2019; Digitalarkivet 2024; Bjøro 2025) studierte Biologie an der Universität Oslo, war Vortragender an der Oslo Cathedral School und lebt auch heute noch dort. Bereits im Mai 1995 revidierte er Characeenbelege aus dem Herbarium der Universität in Wien (WU) und im März 1999 sowie im April 2000 aus dem Herbarium Klagenfurt (KL). Im August 2015 unternahm er Tauchgänge in 20 Salzkammergutseen Oberösterreichs, Salzburgs und der Steiermark (Langangen 2017 und LI). Von besonderer Bedeutung war dabei sein Nachweis von *Chara filiformis* im Fuschlsee. Ein weiterer Characeen-Spezialist war **Joop van Raam** (*17.8.1941, †1.10.2011; Nat 2012). Unter dessen Belegen im Herbarium Leiden (L) konnten jedoch nur zwei Belege aus Österreich gefunden werden, die von ihm 1976 im Zuge eines vermutlich touristischen Wienbesuches gesammelt wurden.

Aus vielen Seen der österreichischen Alpen und Voralpen existieren Daten und Belege von **Wolfgang Diewald** (*20.2.1971 in Straubing, pers. Mitt.). Diewald studierte Biologie mit Schwerpunkt Botanik an der Universität Regensburg und ist heute als selbstständiger Biologe tätig. Im Zuge mehrerer Biotopkartierungen tauchte er in den oberösterreichischen Seen nach Wasserpflanzen, z. T. gemeinsam mit der Malakologin, Taucherin und Höhlenforscherin **Anke Oertel**, Kuratorin des öffentlichen Aquariums im Haus der Natur in Salzburg bzw. mit der Biologin **Veronika Schleier** (z. B. Diewald et al. 2008; Diewald and Schleier 2012; Diewald and Oertel 2015); u. a. wurde dabei der Irrsee nach Makrophyten untersucht (Diewald et al. 2013 u. 2015), um Vergleiche mit den Ergebnissen

von Arnulf Melzer (1995, s. o.) ziehen zu können. Gemeinsam mit Michael Hohla organisierte Wolfgang Diewald die **18. Characeentagung (13.7–18.7.2023) in Gmunden**, an der 25 Kolleginnen und Kollegen aus Deutschland, Holland und Österreich teilnahmen (Hohla and Diewald 2024; Fig. 26).

Figure 26. Characeentagung 2023 in Gmunden (von links nach rechts): Elke Naumer-Bernhardt, John Bruinsma, Frank Pätzold, Sebastian Bernhard, Jens Päzolt, Susan Wittwer, Sebastian Meis, Klaus van de Weyer, Annemarie Schacherer, Karl-Georg Bernhardt, Egbert Korte, Markus Hofbauer, Bjarne Riesbeck, Heiko Korsch, Thomas Gregor, Christian Jorda, Ulrike Prochinig, Thomas Franke, Julien Böhm, Silke Oldorff, Wolfgang Diewald, Michael Hohla, Katharina Ludwig, Irmgard Blindow, Dieter Frank, Lena Frank (Foto: J. A. Stempfer).

Michael Hohla (*16.5.1963 in Braunau am Inn) und **Thomas Gregor** (*25.12.1956 in Berlin) untersuchen gemeinsam seit 2006 die Armleuchteralgen Österreichs. 2011 erschien die „Katalog und Rote Liste der Armleuchteralgen Oberösterreichs" (Hohla and Gregor 2011a, 2011b), 2020 die gemeinsame Bearbeitung der Armleuchteralgen Südtirols (Hohla et al. 2020). Gemeinsam mit Karin Pall (s. o.) wurde das Kapitel „Charophyta / Armleuchteralgen" für die kommende neue Auflage der Österreichischen Exkursionsflora verfasst (Hohla et al. 2025). Thomas Gregor studierte Biologie an der Freien Universität Berlin. 2005 habilitierte er sich an der Hochschule Vechta, wo er bis 2008 Vorlesungen hielt. Im Anschluss war Gregor als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt beschäftigt. Thomas Gregor wohnt in Schlitz. Er ist Schriftenleiter der Zeitschriften „Kochia" und „Botanik und Naturschutz in Hessen" sowie 1. Vorstandsvorsitzender der Gesellschaft zur Erforschung der Flora von Deutschland (GEFD).

Michael Hohla und Thomas Gregor unternahmen gemeinsame Exkursionen zu vielen österreichischen Gewässern (Oberösterreich, Salzburg, Kärnten) und revidierten Characeenbelege der Herbarien in Österreich und in Nachbarländern (Bozen, Bern, Frankfurt, Prag, Berlin). Michael Hohla, wohnhaft in Obernberg am Inn, ist Hauptschul- und Berufsschullehrer, derzeit an der Berufsschule Ried im Innkreis, außerdem freiberuflicher Biologe und Publizist. Hohla verfasste neben vielen floristischen und populärwissenschaftlichen Beiträgen u. a. die „Flora des Innviertels" (Hohla 2022), in der zusätzlich zu den Gefäßpflanzen auch Armleuchteralgen behandelt werden.

Die Bundesländer Oberösterreich und Salzburg sind inzwischen, was Characeen betrifft, relativ gut untersucht (vgl. z. B. Hohla and Gregor 2011a, 2011b). Dies ist nicht zuletzt durch die Sammelaktivitäten verschiedener Kolleginnen und Kollegen ermöglicht worden. In Oberösterreich waren dies etwa **Franz Essl** (*14.1.1973 in Linz; ZOBODAT), **Franz Höglinger** (*31.5.1965; ZOBODAT), **Gerhard Kleesadl** (*28.2.1969 in Linz; ZOBODAT), **Ferdinand Lenglachner** (*22.3.1955 in Linz; †23.4.2022 in Salzburg; pers. Mitt. C. Lenglachner) und **Albin Lugmair** (*24.3.1971 in Linz; pers. Mitt.). Im Bundesland Salzburg sammelten vor allem **Thomas Eberl** (*9.2.1978 in Oberndorf bei Salzburg; Hohla 2022), **Roland Kaiser** (23.6.1977 in Salzburg; Hohla 2022), **Georg Pflugbeil** (*2.8.1985 in Salzburg; ZOBODAT), **Peter Pilsl** (*29.6.1958 in Ried im Innkreis; Hohla 2022), **Helmut Wittmann** (*1.7.1958 Linz; Hohla 2022) und **Claudia Wolkerstorfer** (*18.2.1965 in Linz; Hohla 2022).

Auch in Wien, dem Burgenland und Niederösterreich wurde in den letzten Jahren vermehrt gesammelt: Zu den Sammlerinnen und Sammlern gehören **Andreas Berger** (*23.5.1986 in Wien; pers. Mitt.), **Christian Gilli** (*14.6.1983 in Horn; pers. Mitt.), **Clemens Pachschwöll** (*15.11.1983 in St. Pölten), **Dieter Reich** (*28.2.81 in Wien; pers. Mitt.), **Markus Sabor** (10.1.1969 in Wien; pers. Mitt.), **Ruth Sander** (Wien) und **Norbert Sauberer** (*26.5.1966 Wien; pers. Mitt.). **Stefan Lefnaer** (*13. Dezember 1976 in Wien; pers. Mitt.) sammelte ebenfalls Characeen in Wien und Niederösterreich und fertigte Makrofotos dieser Pflanzen an. Von **Robert Hehenberger** (27.10.1961 in Krems a. d. Donau; pers. Mitt.) und **Markus Hofbauer** (*21.2.1980 in Linz; pers. Mitt.) stammen einige Funde von *Chara braunii* im Waldviertel. Markus Hofbauer studiert Biologie/Botanik, an der Universität Wien und arbeitet derzeit am Projekt „Online-Atlas of the Austrian Flora". Markus Hofbauer führt die Datenbank des Characeen-Österreich-Projektes (vgl. Kapitel 6) und ist verantwortlich für die Auswertungen der Daten.

Im Wörthersee in Kärnten sammelte im September 2009 der Biologe und Historiker **Andreas Kleewein** (*8.7.1981 in Villach, lebt in Velden am Wörthersee; pers. Mitt.) Armleuchteralgen bzw. Makrophyten. Die Aufsammlungen fanden im Zuge der Untersuchungen zur Makrophytenflora des Wörther Sees statt, einerseits für eine damals angedacht gewesene Dissertation über Characeen bzw. Makrophyten Kärntens und andererseits für einen Buchbeitrag, den er gemeinsam mit **Gerfried Leute** und **Wilfried Franz** über den Wörthersee verfasste (Kleewein et al. 2011).

Vor allem in den Bundesländern Steiermark und Tirol gibt es derzeit noch Kartierungslücken. **Konrad Pagitz** (*2.3.1967 in Klagenfurt; Gärtner and Neuner 2001) half in den letzten Jahren, die Situation in Tirol durch seine Aufsammlungen zu verbessern. In jüngster Zeit wurde noch **Martin Mallaun** (*10.1.1975 in Kitzbühel, pers.

Mitt.) aktiv, um ebenfalls in Tirol nach Armleuchteralgen zu suchen.

In den letzten Jahren mehren sich Angaben von Armleuchteralgen, die mit verschiedenen **Naturbeobachtungsplattformen** (iNaturalist, observation.org, Forum Flora Austria …) ermittelt wurden. Bei entsprechender Qualität der Fotos war es möglich, die Arten anzusprechen.

Im Jahr 2012 wurde das Projekt „Characeen Österreichs" beim **15. Treffen der Österreichischen Botanikerinnen und Botaniker in Innsbruck** vorgestellt (Hohla and Gregor 2012, 2013). Unserer Bitte um Unterstützung durch das Sammeln von Armleuchterlagenbelegen kamen viele Kolleginnen und Kollegen nach, wie die obigen Namen zeigen. Und wiederum in Innsbruck hat sich der Kreis 2024 geschlossen, wo der Abschluss der Arbeiten an diesem Projekt beim **21. Treffen der Österreichischen Botaniker:innen** bekannt gegeben wurde.

2.2. Systematik und Nomenklatur

Thomas Gregor

Linnaeus (1753) beschrieb die Gattung *Chara* mit vier Arten unter „Cryptogamia Algæ". Heute wird davon nur noch *Chara tomentosa* im ursprünglichen Sinn verwendet. Linnaeus' *Chara vulgaris* bezeichnete Arten mit mehr oder weniger glatten Rindenzellen, *Chara hispida* Arten mit deutlich stacheligen Rindenzellen und unter *Chara flexilis* verstand er die heutigen *Nitella*-Arten. Etwa 200 Jahre später typisierte Wood (1960) die Linnaeischen Namen, eine verbleibende Unklarheit bei *Chara hispida* wurde von Gregor et al. (2014) beseitigt. Da die Anwendung von *Chara vulgaris* lange Zeit unsicher war, ersetze man diesen Namen lange durch *Chara foetida*.

Wenige weitere Arten wurden in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts beschrieben, von in Österreich vorkommenden sind dies: *Conferva nidifica* (= *Tolypella nidifica*) durch Müller (1777). Thuillier (1799) beschrieb fünf Arten, deren Interpretation allerdings schwierig ist. Hier betreffen Österreich *Chara globularis* und *Chara syncarpa* (= *Nitella syncarpa*). Im 19. Jahrhundert beschleunigt sich die Beschreibung neuer Characeen-Taxa und erreichte einen Höhepunkt zwischen 1830 und 1850. Es begann mit der Beschreibung von *Chara intricata* (= *Sphaerochara intricata*) durch Roth (1800). Persoon (1807) beschrieb in seiner weltweiten Bearbeitung die für Österreich relevante *Chara translucens* (= *Nitella translucens*). Aber auch hier ist die Interpretation nicht zweifelsfrei, da Originalmaterial fehlt. Desvaux (1809) publizierte *Chara tenuissima* (= *Nitella tenuissima*) und Willdenow (1809) *Chara aspera*. Loiseleur Deslongchamps (1810) beschrieb *Chara canescens* (als „nobis" also „Desv. & Loisel."), *Chara glomerata* (= *Tolypella glomerata*) und *Chara obtusa* (= *Nitellopsis obtusa*). Smith (1810) beschrieb *Chara gracilis* (= *Nitella gracilis*), Krocker (1814) *Chara capillaris* (= *Nitella capillaris*) und de Candolle (1815) *Chara hyalina* (= *Nitella hyalina*). Hartman (1820) beschrieb *Chara hispida* var. *baltica* (= *Chara baltica*). Bruzelius (1824) erstellte wiederum eine weltweite Bearbeitung der Characeen und beschrieb darin *Chara opaca* (= *Nitella opaca*). Er unterschied bei *Chara* vier Triben: Tribus *Charae vulgaris*, Tribus *Charae Hispidae*, Tribus *Charae Tomentosae* und Tribus *Charae Flexilis*. Gmelin (1826) beschrieb *Chara braunii* und Meyen (1827) *Chara barbata* (= *Lychnothamnus barbatus*).

13 weitere Arten wurden zwischen 1830 und 1849 beschrieben. 1832 beschrieb F. T. Kützing in Reichenbach (1830–1832) *Chara aculeolata*. Ab den 1830er Jahren, dominierte Alexander Braun (1805–1877) die Characeen-Kunde. Bereits in seinem ersten Werk (Braun 1834) beschrieb er *Chara foetida* var. *gymnophylla* (= *Chara gymnophylla*), *Chara mucronata* (= *Nitella mucronata*) und *Chara prolifera* (= *Sphaerochara prolifera*). Bereits kurze Zeit später folgten Beschreibungen von *Chara connivens* und *Chara tenuispina* (Braun 1835). Kützing (1834) beschrieb *Chara papillosa* und *Chara virgata*; letztere war vorher unter dem illegitimen Namen *Chara delicatula* bekannt. *Chara contraria* wurde von Kützing (1845) auffallend spät für eine derart häufige Art beschrieben, hier besteht die Gefahr, dass die Art bereits vorher bisher unerkannt beschrieben wurde. Kützing (1849) unterteilte die Characeae in drei Gattungen: *Nitella*, *Charopsis* (mit *Chara braunii* und *Chara barbata*) sowie *Chara*. Ruprecht (1845) beschrieb *Chara subspinosa*. Kützing (1849) gab wiederum einen weltweiten Überblick über die Characeen und beschrieb darin die *Chara aspera* var. *crassior* (= *Chara curta*). Braun (1847b) beschrieb in einer Arbeit zu den Schweizer Characeen *Chara strigosa* und *Chara baueri*, letzteres ein Ersatzname für das illegitime *Chara scoparia*. Brébisson (1849) beschrieb *Nitella gracilis* var. *confervacea* (= *Nitella confervacea*), eine vorher unter dem falsch angewandtem Namen *Chara batrachosperma* sensu Reichenbach bekannte Art.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts kamen nur noch zwei Arten hinzu. *Chara filiformis* wurde von A. Braun in [Hertzsch] (1855) beschrieben und *Chara dissoluta* von Leonhardi (1864).

Die Abtrennung der heute verwendeten Gattungen *Lychnothamnus*, *Nitella*, *Nitellopsis* und *Tolypella* von *Chara* erfolgte zwischen 1824 und 1889. Agardh (1824) trennte die Gattung *Nitella* ab. *Lychnothamnus* und *Tolypella* wurden von Braun (1867b) eingeführt, *Nitellopsis* von Hy (1889). Eine Besonderheit stellt die Gattung *Sphaerochara* dar. Die Zugehörigkeit rezenter Arten zu dieser von Mädler (1952) für fossile Arten aufgestellten Gattung erkannten Soulié-Märsche (1989) und Feist-Castel & N. Grambart in Riding (1991). Dies betrifft an österreichischen Arten *Tolypella intricata* und *Tolypella prolifera*, beide mit spitzen Endzellen, die nunmehr als *Sphaerochara intricata* und *Sphaerochara prolifera* bezeichnet werden

Die Systematik der österreichischen Characeen ist vergleichsweise stabil und bildete sich im 19. Jahrhundert heraus (Fig. 27). Maßgeblich verantwortlich für die Fassung der Arten war dabei der deutsche Botaniker

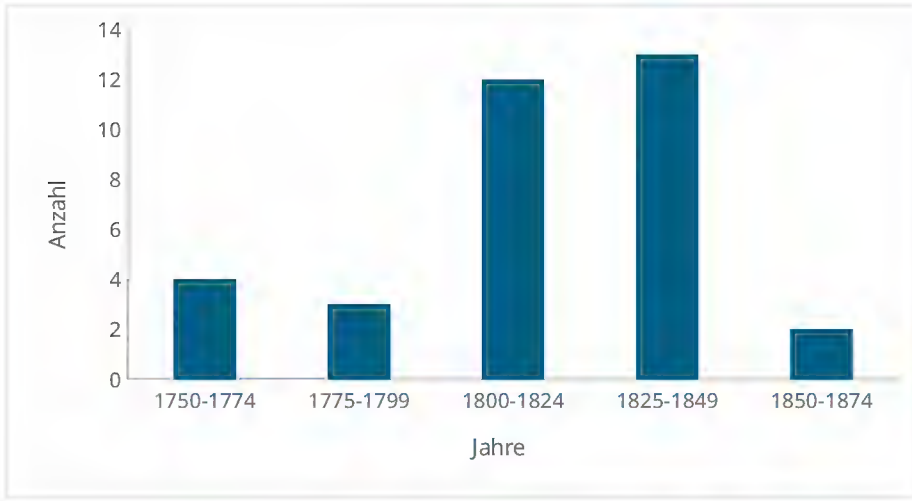


Figure 27. Zeiträume der Beschreibungen der in Österreich vorkommenden Characeen.

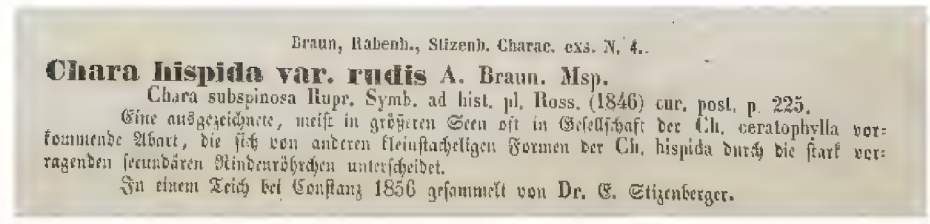
Alexander Braun (s. o.), der als Ordinarius für Botanik an der Universität Berlin wirkte. Alleine neun österreichische Characeen-Arten tragen sein Kürzel „A.Braun" im Namen. Eine auch heute noch weitgehend aktuelle Übersicht bietet die Bearbeitung durch W. Migula in Rabenhorst's Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz (Migula 1897).

Österreich lag nicht im Zentrum der Characeen-Systematik-Forschung. Typuslokalitäten sind auf den heutigen Gebiet Österreichs kaum vorhanden. Lediglich die umstrittene, hier als Synonym zu *Chara tenuispina* angesehene *Chara kokeilii* wurde von Braun (1847a) aus „Gräben am Wörthsee bei Klagenfurth" beschrieben. Wood (1965) wählte einen dort 1844 von Friedrich Kokeil (1802–1865) gesammelten Beleg im Herbarium Lund (LD) als Lectotypus der Art aus. Leonhardi (1864) gab eine Beschreibung zu „*Ch. dissoluta* A.Br." und wurde damit eher unbeabsichtigt Autor dieser Art; die Typuslokalität liegt im Neuenburger See in der Schweiz.

Erstaunlich ist die bisherige Stabilität der Characeen-Taxonomie auch im Zeitalter der Molekulargenetik. Nach den Ergebnissen von Proctor (u. a. 1971) bzw. Grant and Proctor (1972) bestehen einige weit verbreitete Taxa wie *Chara contraria* und *Chara globularis* aus lokal verbreiteten, nicht miteinander kreuzbaren Typen.

Die Nomenklatur der Characeen ist dagegen einem gewissen Wandel unterworfen, wohl auch weil man die Autorität von Alexander Braun nicht angreifen wollte. Von ihm aufgestellte regelwidrige Namen wurden selbst noch von Krause (1997) verwendet. Dies betrifft z. B. *Chara subspinosa*. Bereits in der Publikation des Braunschen Names *Chara rudis* (Braun 1847b) wurde der gültige ältere Name *Chara subspinosa* Rupr. genannt (Fig. 28).

Ein anderes Beispiel betrifft *Chara canescens*, wofür Braun regelwidrig den Namen *Chara crinita* verwendete (Braun 1857): *„ allein der Name canescens, zu welchem Loiseleur dadurch veranlasst wurde, dass er bloss vertrocknete und von der Sonne ausgebleichte Exemplare vor sich hatte, wie dies von De Cand. in der Fl. de France Tom. V. p. 246 richtig bemerkt wird, ist für diese Art, die sich vor anderen gerade durch die schön grüne und nicht graue Farbe auszeichnet, so wenig passend, dass seine Beibehaltung nur von denen befürwortet werden kann, welche das Gesetz der Priorität soweit ausdehnen, dass*


Braun, Rabenh., Stizenb. Charac. exs. N. 4.

Chara hispida var. rudis A. Braun. Msp.

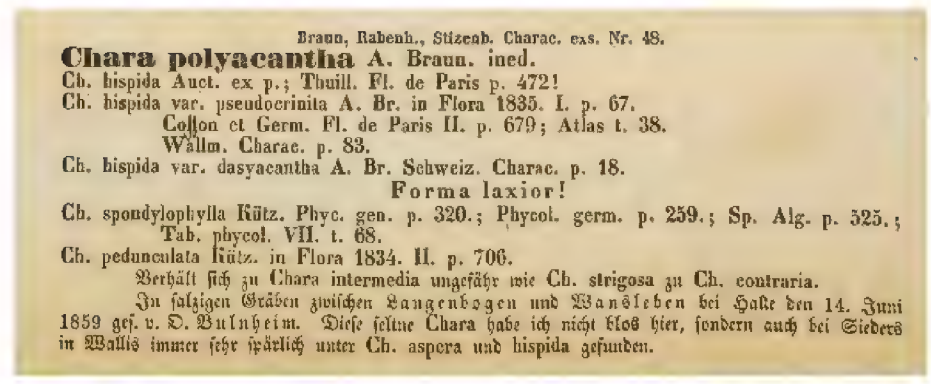
Chara subspinosa Rupr. Symb. ad hist. pl. Ross. (1846) cur. post. p. 225.

Eine ausgezeichnete, meist in größeren Seen oft in Gesellschaft der Ch. ceratophylla vorkommende Abart, die sich von anderen kleinstacheligen Formen der Ch. hispida durch die stark vorragenden secundären Rindenröhrchen unterscheidet.

In einem Teich bei Constanz 1856 gesammelt von Dr. E. Stizenberger.

Figure 28. Schede zu Nummer 4 des Exsikkatenwerks „Die Characeen Europas" von A. Braun, L. Rabenhorst & E. Stizenberger (1857–1878).

sie auch entschieden auf Irrthum beruhenden Namen ein Recht zu bestehen zuschreiben." Ein weiteres Beispiel ist *Chara polyacantha* Braun 1859 (Fig. 29), wo Krause (1997) selbst in der Synonymie den älteren Namen *Chara pedunculata* Kützing 1834 erwähnt. Als gültiger Name gilt momentan allerdings der zwei Jahre ältere Kützing-Name *Chara aculeolata*. Auch hier wurde bei der Publikation wiederum ein älterer Name genannt, was den neuen Namen illegitim macht. Wegen des Fehlens einer Beschreibung ist der Name im Übrigen auch invalid, das heißt er ist in Nomenklaturfragen irrelevant.


Braun, Rabenh., Stizenb. Charac. exs. Nr. 48.

Chara polyacantha A. Braun. ined.

Ch. hispida Auct. ex p.; Thuill. Fl. de Paris p. 472!
Ch. hispida var. pseudocrinita A. Br. in Flora 1835. I. p. 67.
Cosson et Germ. Fl. de Paris II. p. 679; Atlas t. 38.
Wallm. Charac. p. 83.
Ch. hispida var. dasyacantha A. Br. Schweiz. Charac. p. 18.
Forma laxior!
Ch. spondylophylla Kütz. Phyc. gen. p. 320.; Phycol. germ. p. 259.; Sp. Alg. p. 525.; Tab. phycol. VII. t. 68.
Ch. pedunculata Kütz. in Flora 1834. II. p. 706.
Verhält sich zu Chara intermedia ungefähr wie Ch. strigosa zu Ch. contraria.
In salzigen Gräben zwischen Langenbogen und Wansleben bei Halle den 14. Juni 1859 ges. v. D. Bulnheim. Diese seltne Chara habe ich nicht blos hier, sondern auch bei Sierre in Wallis immer sehr spärlich unter Ch. aspera und hispida gefunden.

Figure 29. Schede zu Nummer 48 des Exsikkatenwerks „Die Characeen Europas" von A. Braun, L. Rabenhorst & E. Stizenberger (1857–1878).

Weiterhin lässt sich auf das illegitime Taxon *Chara spondylophylla* hinweisen, in deren Protolog der ältere Namen *Chara pedunculata* (Kützing 1834) genannt wird. Warum schafft Kützing (1843) einen neuen Namen für diese Art? Seine Erklärung: „*Ich habe den Namen deshalb verändert, weil die gestielten globuli („pedunculata") im Allgemeinen doch selten vorkommen und die sitzenden viel häufiger sind*". Glücklicherweise sind die Zeiten vorbei, in denen Namen geändert wurden, weil sie unpassend erschienen. Die Kenntnisse von Latein und Griechisch sind in starkem Verfall. Den Autoren des 19. Jahrhunderts waren die Bedeutungen der Namen geläufig und eine rotblühende Pflanze als weißblühend zu bezeichnen, um einmal ein krasses Beispiel zu wählen, ging vielen gegen den Strich. Auch heute anstandslos gebrauchte Namen wie das unsinnige, aber rhythmisch eingängige Saginaähnliche Sagina (*Sagina saginoides*) waren damals kaum durchsetzbar. Eine besonders unangenehme Namensänderung betrifft die einzige (vermeintliche) Heilpflanze unter den Characeen (Brand and Gröger 2019): *Chara intermedia*. Krause (1997) bezieht sich hier auf „*Chara intermedia* A. Braun 1836". Eine Arbeit zu Characeen von Alexander Braun aus 1836 ist nicht bekannt, wird auch von Krause nicht zitiert. Eine Internetsuche förderte allerdings ca. 30 Artikel zu Tage, die diesen ungültigen Namen verwenden;

bei einer Abfrage in Google Scholar werden sogar rund 22.000 Treffer unter dem Schlagwort *Chara intermedia* angegeben. Soweit bekannt, benutzte Braun den Namen *Chara intermedia* erstmals 1859 in dem Exsikkatenwerk „Die Characeen Europas" (Braun et al. 1857–1878) bei den Nummern 45–47; hier allerdings jeweils invalid ohne Beschreibung (Fig. 30).

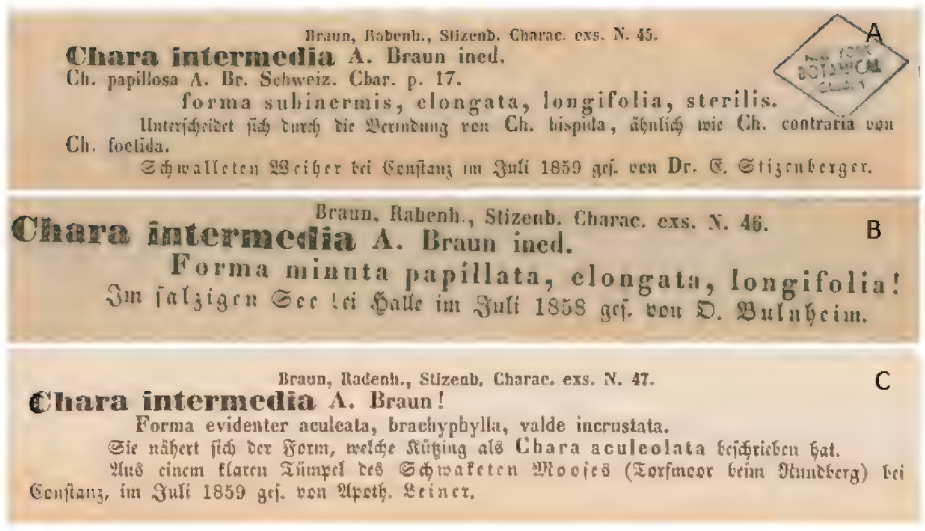


Figure 30. A. Schede zu Nummer 45 des Exsikkatenwerks „Die Characeen Europas" von A. Braun, L. Rabenhorst & E. Stizenberger (1857–1878); **B.** Schede zu Nummer 46; **C.** Schede zu Nummer 47.

Im selben Jahr wurde der Name auch in einer dänischen Flora publiziert (Lange 1856–1859) als „*Ch. intermedia* [A. Braun ined.]" (= *Chara intermedia* A.Braun ex Lange), jetzt mit einer Beschreibung auf Dänisch, was damals erlaubt war, allerdings unter Nennung des älteren, heute als legitim angesehen Namens „*Ch. papillosa* Kütz., Wallm. l. c. p. 80" (Kützing 1834), was den Namen illegitim macht. Bei Wallmann (1853) findet man dann wieder den Hinweis auf den noch unpublizierten Namen *Chara intermedia* von A. Braun: „*Ch. papillosa*, *Kütz.* Flora l. c. — Phyc. germ. p. 260. — Spec. Algarum. — *Ch. intermedia*. Al. Braun, ined". Offenbar war damals allgemein bekannt, dass der „große" Alexander Braun diesen Namen verwendet, ob er dazu auch eine Beschreibung veröffentlichte, was wir heute fordern, war den Botanikern damals weniger wichtig.

2.3. Ökologie und Physiologie von Armleuchteralgen

Ilse Foissner und Michael Schagerl

2.3.1. Einleitung

Der Begriff „Armleuchteralgen" umfasst eine spezielle Gruppe von Makroalgen, die mit den Gefäßpflanzen eng verwandt sind. Characeen wurden lange als Vorläufer der Landpflanzen gehandelt (Donoghue and Clark 2024). Das Aussehen der Characeen – eine Hauptachse trägt wirtelig angeordnete Kurztriebe – erinnert an höhere Wasserpflanzen wie etwa Hornkraut oder auch an die Wuchsform von Schachtelhalmen (Fig. 31A). Der Name „Armleuchteralgen" bezieht sich auf die Anordnung und Form der Wirtel, die an mehrarmige Kerzenleuchter erinnern (Fig. 31A). Da die Zellen große Ähnlichkeit zu Embryophyten aufweisen, stehen sie im Zentrum von Forschungen zur Evolution der Landpflanzen (Domozych and Bagdan 2022; Donoghue and Clark 2024).

Characeen besiedeln unterschiedlichste Binnengewässertypen von Moortümpeln über Teiche, Seen und Lagunen bis hin zu langsam fließenden, kalten Bächen und können große Bestände bilden (Characeenwiesen; Fig. 31B). Sie sind eine wesentliche Komponente vieler limnischer Systeme und stark in Stoffkreisläufe und biotische Interaktionen involviert.

2.3.2. Thallusmorphologie und Fortpflanzung

Detaillierte Ausführungen zur Morphologie und Sprossentwicklung finden sich in Schubert et al. (2016). Die Bildung der Gametangien und deren Aufbau sind ausführlich in der Monographie von Pickett-Heaps (1975) beschrieben.

Im Prinzip ist der Thallus der Characeen immer durch eine regelmäßige Abfolge kleiner, einkerniger Knotenzellen (Nodialzellen) und mehrkerniger Internodien gekennzeichnet (Figs 32E, 33A). Das gilt sowohl für die verzweigten

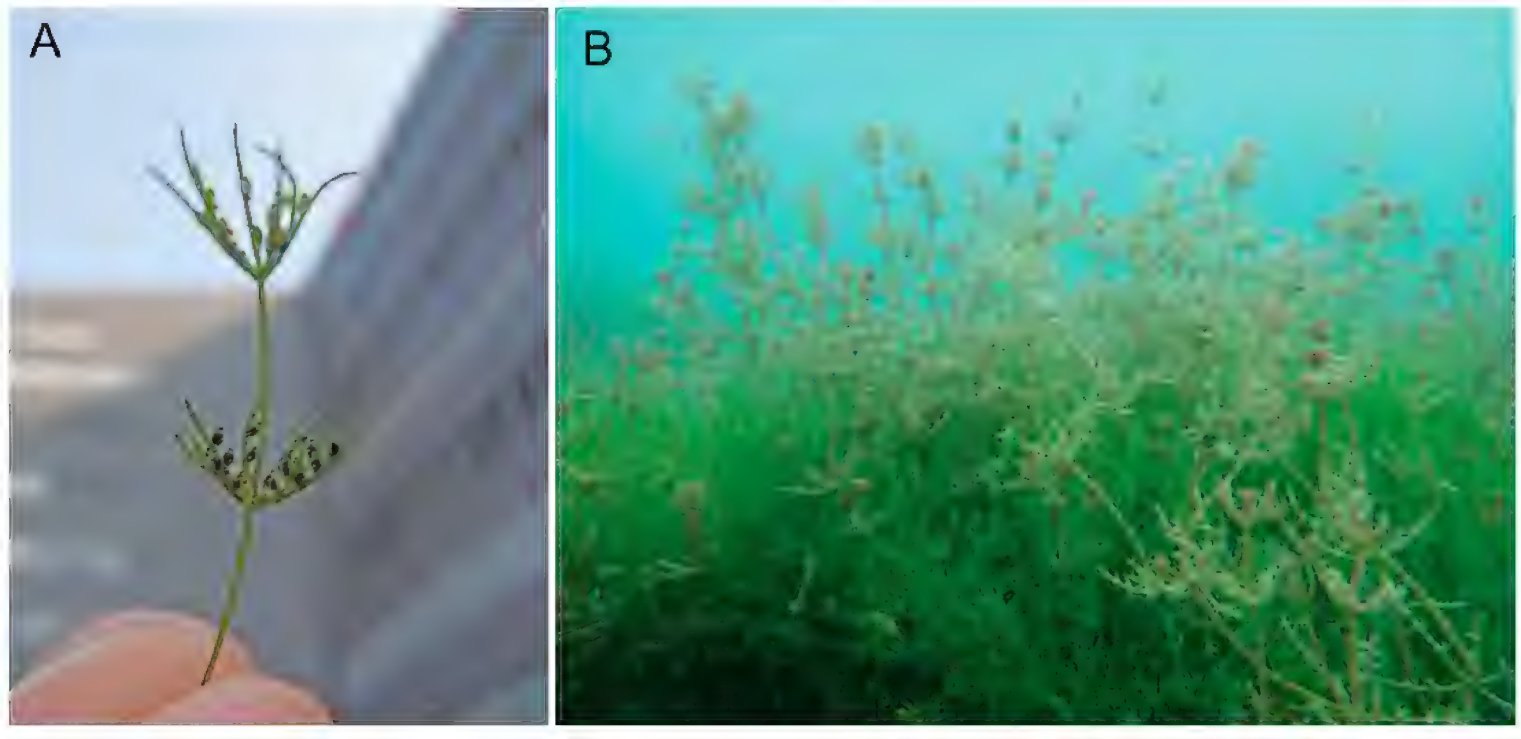


Figure 31. Morphologie von *Chara*. **A.** Habitus einer Pflanze, die an Kerzenleuchter erinnert und namensgebend ist (Foto: M. Schagerl). **B.** Characeenwiese mit unterschiedlichen Arten (*Chara tomentosa*, *Chara globularis*) im Attersee (Foto: B. Steger-Mähnert).

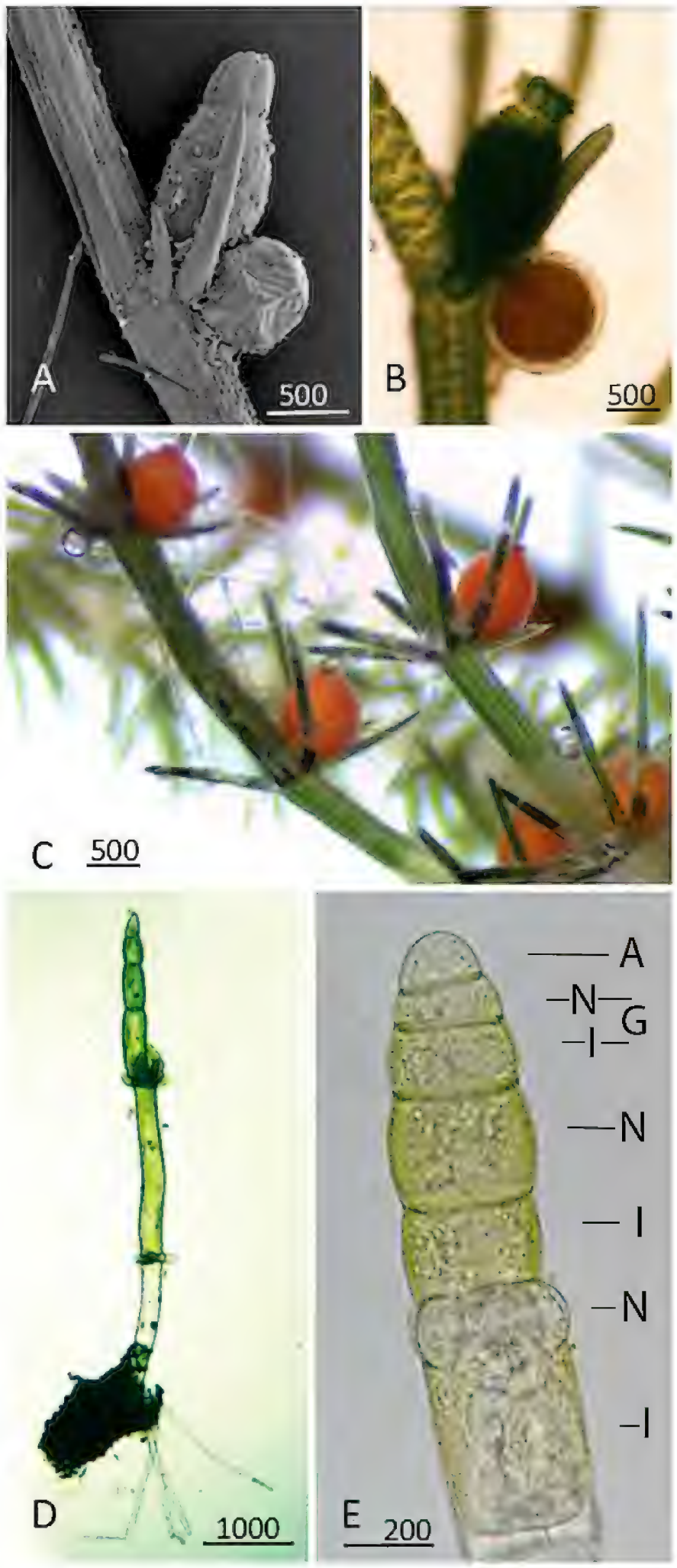


Figure 32. Fortpflanzung und Keimung. **A, B.** Geschlechtsorgane eines einhäusigen Exemplars von *Chara* cf. *contraria* im Rasterelektronenmikroskop (**A**) und Lichtmikroskop (**B**). Deutlich sichtbar sind die berindeten, gestreckt eiförmigen Oogonien, die bei Chara ein 5-zelliges Krönchen tragen. Darunter sitzen die Antheridien, die nach außen mit strukturierten Schildzellen geschützt sind und im Lichtmikroskop oft rötlich gefärbt erscheinen. **C.** weibliches Exemplar der zweihäusigen *Chara canescens*. In den Oogonien sind befruchtete, rötliche Oosporen = Zygoten erkennbar. Deutlich ist auch die Berindung der Kurztriebe erkennbar. **D.** keimende Zygote mit aufstrebenden Protonema und Rhizoiden. **E.** Mikrofoto einer jungen Sprossspitze mit Apikalzelle (A) und Gliederzelle (G), die sich kurz davor in eine Nodial- (N) und Internodialzelle (I) teilte. Darunter in regelmäßiger Abfolge ältere Nodial- und Internodialzellen. Die Balken mit Zahlen geben die Größe in µm an (Fotos: M. Schagerl).

Langtriebe als auch für die wirtelig gestellten Kurztriebe. Aus den einkernigen Nodialzellen gehen alle anderen Zellarten hervor, auch die der Fortpflanzungsorgane. Nodialzellen haben eine rundliche oder flache Form, ihr Durchmesser liegt meist zwischen 100 und 500 µm. Die vielkernigen Internodien hingegen sind nicht mehr teilungsfähig. Die zylinderförmigen Zellen können mehrere cm lang werden und haben einen Durchmesser bis zu 1 mm. Im Schlamm sind die Characeen durch zarte Rhizoide verankert (32D).

Die Fortpflanzung erfolgt auf vegetativem und sexuellem Weg. Die vegetative Fortpflanzung geschieht etwa durch Fragmentation, z. B. durch mechanische Einwirkungen, oder auch durch Ausbildung von speziellen Verbreitungseinheiten (Bulbillen). Für die geschlechtliche Fortpflanzung entwickeln sich Gametangien auf Kurztrieben (Figs 31A, 32A–C). Antheridien und Oogonien können auf derselben Pflanze gebildet werden (einhäusig, Fig. 32A, B) oder auf unterschiedlichen Organismen (zweihäusig, Fig. 32C). Antheridien sind komplex gebaut, im Inneren der kugeligen Gebilde befinden sich spermatogene Fäden, die Spermien ins Freie entlassen. Die gestreckt eiförmigen Oogonien sind berindet und weisen je nach Gattung spezifische Merkmale auf. Nach Befruchtung des Oogoniums durchlebt die Zygote (Oospore) eine obligate Ruheperiode. Danach erfolgt die Reduktionsteilung und in weiterer Folge die Keimung des Protonemas (Fig. 32E). Da bis auf die Zygote alle Lebensphasen haploid sind, werden Characeen als Haplonten bezeichnet.

2.3.3. Zytologie und Zellphysiologie – Armleuchteralgen als Modellsysteme

Bau der Internodialzellen

In den ausgewachsenen, zylinderförmigen Internodien nimmt die Zentralvakuole bis zu 90 % des Volumens ein (Fig. 33A, B). Das Zytoplasma der Zellen ist auf den Randbereich beschränkt und besteht aus zwei Schichten (Fig. 33B, C). Die Außenschicht (Ektoplasma oder Kortex) ist unbeweglich und enthält Chloroplasten, die in Reihen angeordnet sind. Das Endoplasma ist hingegen in ständiger Bewegung und führt eine Rotationsströmung entlang der Chloroplastenreihen aus (Fig. 33B). Diese Rotationsströmung wurde erstmalig im Jahr 1774 von Bonaventura Corti, einem italienischen Abt und Physikprofessor, beschrieben (Corti 1774). Seither sind zahlreiche Publikationen über Characeen erschienen, die zum Verständnis der Physiologie der Pflanzenzelle wichtige Beiträge lieferten. Bevorzugte Untersuchungsobjekte waren die Internodien der Gattungen *Nitella*, *Lamprothamnium* und, vor allem in den letzten Jahrzehnten, die unberindeten Internodien von *Chara australis*, *C. corallina* und *C. braunii*. Forschungsschwerpunkte waren und sind Zellwandbildung, Physiologie der Chloroplasten, Zytoskelett und Plasmaströmung, Organelleninteraktionen, Elektrophysiologie und Ionenhaushalt, die im Folgenden kurz beschrieben werden (für Details siehe Pickett-Heaps 1975; Foissner and Wasteneys 2000; Braun and Limbach 2006; Braun et al. 2007; Foissner 2008; Foissner and

Wasteneys 2012; Beilby and Casanova 2014a; Beilby and Casanova 2014c; Foissner and Wasteneys 2014; Beilby 2016; Domozych and Bagdan 2022); im Folgenden werden nur einige Originalarbeiten zitiert).

Die Characeeninternodien wurden von zahlreichen Arbeitsgruppen in Europa, Russland, Australien, Japan und den USA untersucht. Auch österreichische Forscher und Forscherinnen haben wichtige Beiträge geliefert. Ihre Arbeitsstätten waren die Universität Wien (Anna Votava, Lothar Geitler, Eleonore Fetzmann – später Kusel-Fetzmann, Gertrude Hasitschka-Jenschke), die Universität Graz (Karl Umrath, Karl Linsbauer, Siegfried Strugger, Otto Härtel), die Universität Salzburg (Robert Jarosch, Ilse Foissner) und die chemisch- physiologische Versuchsstation Klosterneuburg (Wilhelm Velten).

Zellwand

Die Zellwand besteht aus kristalliner Zellulose in einer Matrix aus Pektin und zeigt damit Ähnlichkeiten mit Gefäßpflanzen. Ihre Bildung erfolgt durch Exozytose. Dabei verschmelzen Pektin-haltige Vesikel mit der Plasmamembran, der Inhalt wird nach außen abgegeben; die Membran der Vesikel liefert die Enzymkomplexe zur Zellulosesynthese. Die Inkorporation der Vesikel erfolgt mehr oder weniger gleichmäßig über die ganze Zelle (diffuses Wachstum; aber siehe Rhizoide).

Nach der Zellteilung wird zunächst die Primärwand abgelagert. Die Ablagerung von transversalen Zellulose-Mikrofibrillen führt zur Ausdehnung der Zelle in Längsrichtung, da nur der Abstand zwischen den Mikrofilamenten verändert werden kann und nicht die Länge der Mikrofibrillen, sobald sie fertig synthetisiert sind. Die transversale Anordnung der Mikrofilamente wird durch Mikrotubuli bestimmt (siehe Zytoskelett). Während des Wachstums verdreht sich die Zelle, was zum charakteristischen helikalen Bau der Internodien (links- oder rechtshändig) führt.

Die elastische Primärwand wird nach Abschluss des Längenwachstums von einer nicht mehr dehnbaren Sekundärwand überlagert. In der Sekundärwand werden die Zellulose-Mikrofibrillen helicoidal und unabhängig vom Zytoskelett abgelagert. Zwischen Internodien und Knotenzellen befinden sich Tüpfel mit Plasmodesmen zum Austausch von Ionen und Metaboliten.

Zahlreiche Erkenntnisse über Zellwandstruktur (Anordnung der Mikrofibrillen) und Zellwandbildung wurden bereits in den 1950er Jahren an Characeen-Internodialzellen gewonnen, d. h. vor der Erfindung des Elektronenmikroskops. Für die Untersuchung wurden Polarisationsmikroskope und Inhibitoren (spezifische Hemmstoffe) verwendet, sowie die Möglichkeit Zellen zu verbiegen oder in einem „Korsett" wachsen zu lassen (Fig. 34A).

Plasmamembran, Chloroplasten und Peroxisomen

Das Ektoplasma oder der Kortex der Internodialzellen besteht im Wesentlichen aus Plasmamembran und Chloroplasten. Im Licht produzieren die Internodien vieler Arten saure und alkalische Stellen an der Oberfläche (Fig. 34B). Dieses Phänomen wird als pH-Bänderung bezeichnet

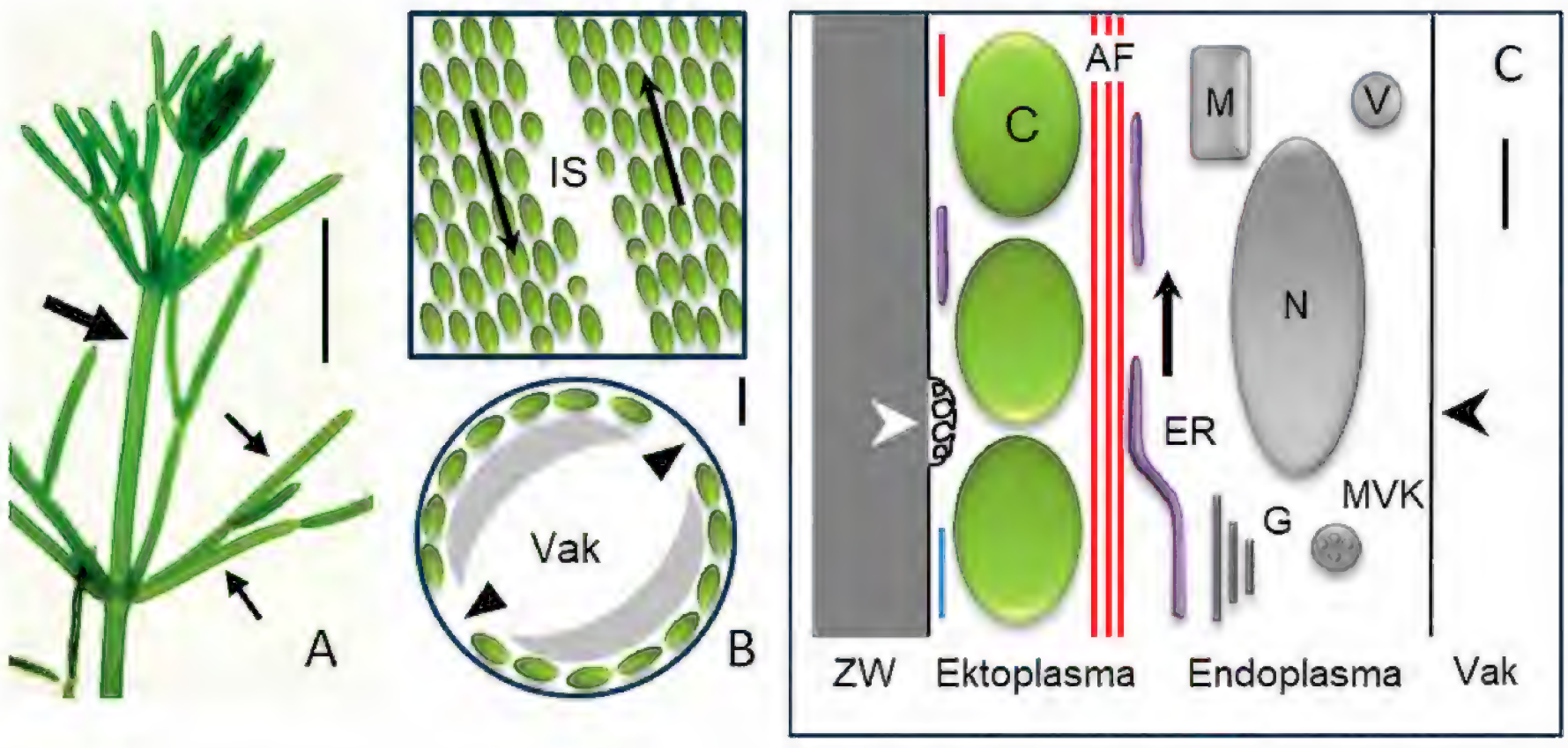


Figure 33. Thallus und Bau der Internodien. **A.** Übersicht - Thallus von *Nitella flexilis*. Der dicke Pfeil zeigt auf ein Internodium der Hauptachse, die kleinen Pfeile zeigen auf Internodien der Kurztriebe. **B.** Schema einer Internodialzelle. Das obere Bild zeigt die helikal angeordneten Chloroplastenreihen in Aufsicht; der Interferenzstreifen (IS) trennt aufsteigenden vom absteigenden Endoplasmastrom (Pfeile). Der Querschnitt im unteren Bild zeigt die Position der Chloroplasten im Kortex, der Interferenzstreifen ist durch Pfeilspitzen markiert. Die grauen Bereiche entsprechen dem strömenden Endoplasma; Vak = Zentralvakuole. **C.** Feinbau einer Internodialzelle. Von links nach rechts: Zellwand (ZW), Ektoplasma mit Chloroplasten (C), subkortikale Aktinfilamentbündel (AF; rot). Endoplasma mit Zisternen des endoplasmatischen Retikulums (ER; violett), Zellkern (N), Mitochondrium (M), Golgi-Apparat (G), Multivesikulärer Körper (MVK) und Vesikel (V). Die linke Pfeilspitze zeigt auf ein Charasom (eingefalteter Bereich der Plasmamembran), die rechte Pfeilspitze auf den Tonoplasten, der die Vakuole umgibt. ER Zisternen (violett) und Aktinfilamente (rot) sind auch im Ektoplasma vorhanden, Mikrotubuli (blau) ausschließlich an der Plasmamembran. Maßstab = 1 cm (**A**), ca. 10 µm (**B**) und ca. 2 µm (**C**) (Zeichnungen: I. Foissner).

und tritt nur auf, wenn Photosynthese stattfindet. Es kann durch pH-Indikatoren und pH-Elektroden nachgewiesen werden. Die pH Bänderung ist auf die lokale Aktivierung von Protonen-ATPasen in der Plasmamembran zurückzuführen. Diese bewirken die Abgabe von H^+ Ionen vom Zellinneren in das umgebende Medium und deren Rückfluss in den alkalischen Bereichen. Das pH-Muster ändert sich im Verlaufe von Stunden, vor allem bei Internodien der Gattung *Nitella*, aber auch in wachsenden *Chara*-Internodien. Eine Stabilisierung des pH Musters erfolgt bei *Chara* durch die Bildung sogenannter „Charasomen", kompliziert gefalteter Plasmamembraneinstülpungen mit zahlreichen Protonenpumpen (Fig. 33C; (Absolonova et al. 2018; Pertl-Obermeyer et al. 2018). Eine Folge der lokal erhöhten pH-Werte ist die Ablagerung von Kalzit an der Zellwand (siehe auch Kapitel pH-Wert und Nährstoffversorgung). Bei geeigneten Standorten bzw. unter geeigneten Kulturbedingungen kann über die Hälfte des Trockengewichts der Zellen aus Kalk bestehen.

Wie die Zellwand sind auch die Chloroplasten der Characeen mit jenen der Gefäßpflanzen vergleichbar. Sie haben eine ähnliche Größe, Form und Feinstruktur, keine Pyrenoide, enthalten Chlorophyll a und b und bilden Stärke als Assimilationsprodukt. Allerdings sind sie im Ektoplasma verankert und können keine aktiven Bewegungen zur bzw. von der Lichtquelle weg durchführen. Die Immobilisierung der Chloroplasten bietet einzigartige Möglichkeiten, die Beziehungen zwischen Photosynthese, Ionentransport und endoplasmatischen Metaboliten zu studieren (Fig. 34B; z. B. Bulychev 2020). Messungen der Chlorophyllfluoreszenz (pulse-amplitude modulated fluorescence) in Kombination mit pH-Elektroden ergaben signifikant höhere Photosyntheseraten in den sauren Arealen, was vermutlich auf eine erhöhte Kohlenstoffaufnahme zurückzuführen ist (siehe auch Kapitel „pH-Wert und biogene Kalkfällung").

Peroxisomen, die zur Entgiftung toxischer Substanzen während der Photosynthese benötigt werden, befinden sich verstreut zwischen den Chloroplasten.

Zellkerne, Endoplasmatisches Retikulum, Golgi-Apparat, Trans-Golgi Netzwerk, Multivesikuläre Körper und Vesikel, Mitochondrien

Characeen-Internodien enthalten zahlreiche Zellkerne. Sie sind ausschließlich im Endoplasma zu finden und teilen sich durch Fragmentation, also nicht über Mitosen. Ihre Größe, Form, und ihre Feinstruktur variieren je nach untersuchter Art; das Alter der Zellen spielt eine Rolle und manche Kerne sind mit Aktinfilamenten assoziiert (Foissner and Wasteneys 2000). Zellkerne der Internodien wurden auch von anderen österreichischen Forschern, etwa Karl Linsbauer (Linsbauer 1927), Siegfried Strugger (Strugger 1929a, b), Eleonore Fetzmann (Fetzmann 1957, 1958), Gertrude Hasitschka-Jenschke (Hasitschka-Jenschke 1960) und Robert Jarosch (Jarosch 1961) untersucht. Lothar Geitler (Geitler 1948) befasste sich mit den Teilungsrhythmen in den spermatogenen Fäden.

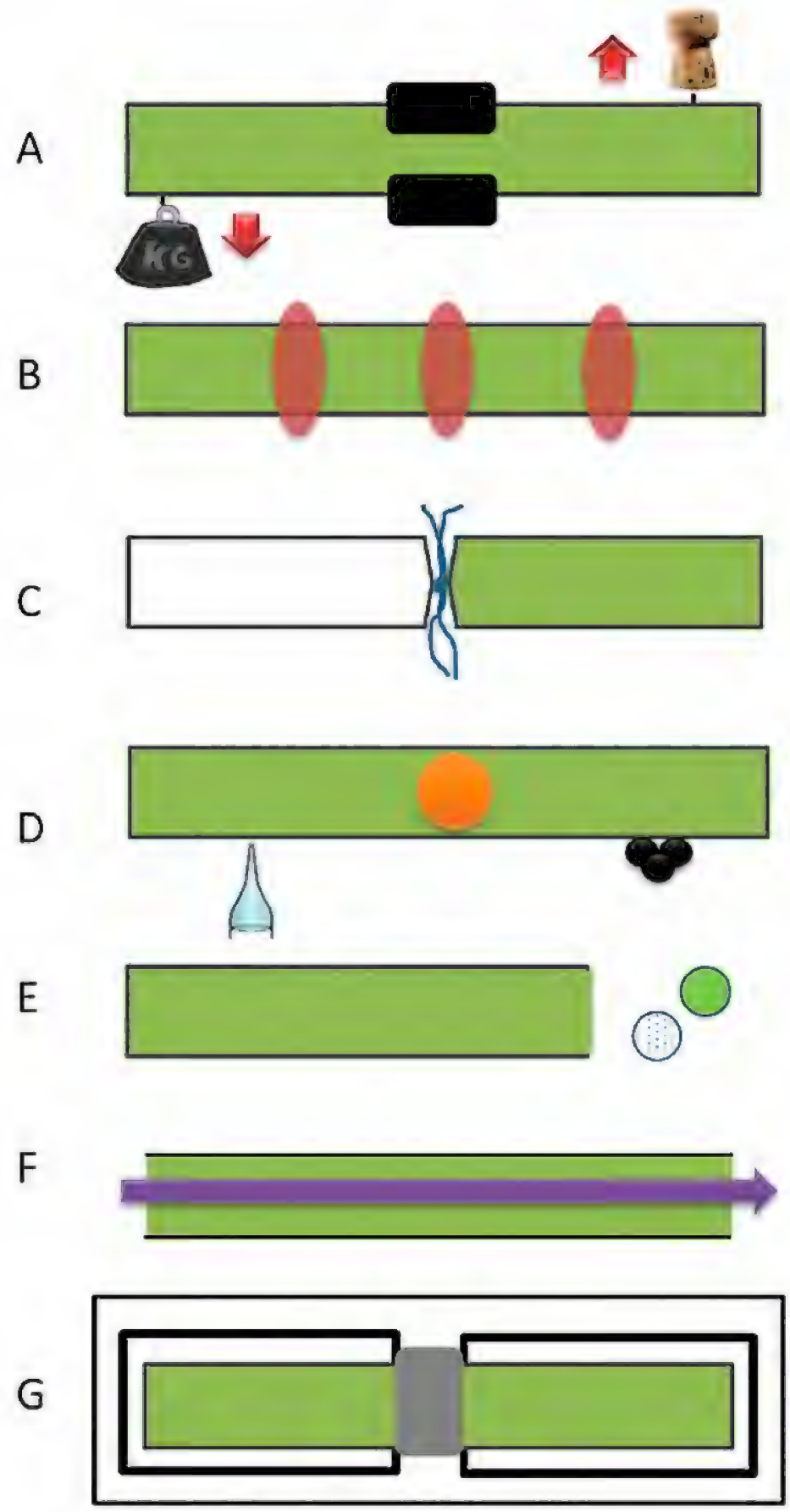


Figure 34. Besonderheiten der Characeen-Internodialzelle und Manipulationsmöglichkeiten. **A.** Mechanischer Stress. **B.** pH Bänderung (rot gefärbte Bereiche entsprechen alkalischen Stellen). **C.** Zentrifugation und Ligation. **D.** Lokale Verwundung, Belichtung und Applikation von Chemikalien. **E.** Plasmatropfen. **F.** Perfusion. **G.** Kammermethode. Weitere Erklärungen im Text (Zeichnungen: I. Foissner).

Das Endoplasma ist von Zisternen des endoplasmatischen Retikulums (ER) durchzogen, an denen sich die Golgi-Apparate bilden. Ein Teil des Golgi-Apparates, das trans-Golgi-Netzwerk, ist als eigenes Organell erstmalig in Characeen-Internodien identifiziert worden. Sowohl Golgi-Apparat als auch Trans-Golgi-Netzwerke schnüren Vesikel ab, die zur Bildung der Zellwand benötigt werden. ER-Zisternen sind auch im Kortex vorhanden und dienen dort als Speicher für Kalzium-Ionen, einem wichtigen sekundären Botenstoff. Multivesikuläre Körper (Endosomen) spielen eine wichtige Rolle beim Membran-Recycling (Foissner et al. 2016).

Mitochondrien befinden sich sowohl im strömenden Endoplasma als auch im Kortex. Sie sind zuständig für die Zellatmung und – wie die Peroxisomen – für die Entgiftung toxischer Substanzen, die vor allem während der Photosynthese entstehen. Ihre Form ist meist oval bis wurstförmig mit einer Länge bis zu ca. 2 µm und einem Durchmesser von ca. 500 nm. Längere, scheibenförmige und verzweigte Mitochondrien sind in wachsenden Zellen zu finden. Bis zu 100 µm lange, zum Teil verzweigte „Riesenmitochondrien" treten bei Freilandmaterial im Winter auf und können unter Laborbedingungen durch Lichtmangel sowie Hemmung der Photosynthese und der Atmung induziert werden. Die durchschnittliche Gesamtlänge der Mitochondrien im Zytoplasma der Internodien ist allerdings im Sommer am höchsten und kann pro Zelle mehrere km betragen (Foissner 1981). Auch die Verteilung der Mitochondrien im Kortex zeigt den Zusammenhang zwischen Photosynthese und Atmung bzw. Entgiftung. Die Abundanz der Mitochondrien zwischen den Chloroplasten ist signifikant höher in den sauren Bereichen, in denen erhöhte Photosynthese gemessen wird, als in den alkalischen Arealen. Diese Anhäufung der Mitochondrien ist auf eine aktive Bewegung entlang von Aktinfilamenten und/oder Mikrotubuli zurückzuführen (Foissner 2004).

Vakuole

Die große, vom Tonoplasten umgebene Zentralvakuole (Fig. 33B, C) enthält zahlreiche Subvakuolen mit zum Teil festen Einschlüssen aus Polysacchariden, die von einer Proteinschicht umgeben sind. Ihr Durchmesser beträgt bis zu 40 µm. Bei einigen *Nitella* Arten wurden sie auf Grund ihrer Gestalt „Stachelkugeln" genannt (Härtel 1951), meist sind sie aber klumpenförmig. Subvakuolen mit kristallinen Einschlüssen kommen bei *Chara australis* vor. Die festen Einschlüsse haben eine wichtige Rolle bei der Wundheilung der Internodien, da sie bei Verletzung durch den Turgor nach außen gedrückt werden und die Zellwand abdichten. Die Bildung von Vakuolen wurde an zytoplasmareichen Fragmenten zentrifugierter Zellen untersucht (Fig. 34C). Ihre Größe ermöglicht „single vacuole metabolomics".

Zytoskelett und Plasmaströmung

Aktin und Myosin

Obwohl die Plasmaströmung bereits im 18. Jahrhundert beschrieben wurde (Corti 1774), dauerte es ca. 200 Jahre bis ihr Mechanismus geklärt wurde. Die Plasmaströmung in Pflanzenzellen, also auch in Characeen, ist auf Aktin und Myosin zurückzuführen. Diese Proteine sind auch für die Muskelbewegungen zuständig.

Aktin und Myosin wurden in *Chara* identifiziert, lange bevor sie in Gefäßpflanzen nachgewiesen wurden. In ausgewachsenen Internodien bildet das Aktin parallele Bündel an der Innenseite der Chloroplastenreihen (Fig. 33C). Die Plasmaströmung ist auf die Interaktion mit dem dazugehörigen Motorprotein Myosin zurückzuführen, das vor allem an der Oberfläche der ausgedehnten Zisternen des ERs lokalisiert ist. Auf Grund der Polarität der Aktinfilamentbündel strömt das Endoplasma immer in dieselbe Richtung, d. h. auf einer Seite der Zellen hinauf und auf der anderen Seite hinunter (Rotationsströmung). Die Grenze zwischen auf- und abströmendem Zytoplasma bildet der meist chloroplastenarme Interferenzstreifen. Die Plasmaströmung der Internodien ist die schnellste aktive Bewegung, die in Zellen gemessen werden kann. Ihre Geschwindigkeit kann bis zu 100 µm pro Sekunde betragen. Dies ist auf den speziellen Bau des Myosins zurückzuführen. Tominaga und Mitarbeiter (Tominaga et al. 2013) beobachteten eine um das 1,7fache erhöhte Geschwindigkeit der Plasmaströmung in *Arabidopsis*, wenn das *Arabidopsis* Myosin mit der Motordomäne des *Chara*-Myosins versehen wurde. Dies führte auch zu einer Vergrößerung der Zellen und der Pflanze. Einzelne Aktinfilamente oder dünnere Bündel finden sich im Kortex und sind für die Bewegung einzelner Organellen, z. B. der Mitochondrien, zuständig.

Die großen Internodialzellen eignen sich besonders für Untersuchung der Reaktion auf Verwundungen, die mechanisch, chemisch oder durch lokale Belichtung verursacht werden können (Fig. 34D). Dabei kommt es zu einer Reorganisation des Zytoskeletts. Netzförmig angeordnete Aktinfilamente ermöglichen die Anlieferung von Vesikeln zur Bildung einer Wundwand. Chemisch induzierte Wundwände wurden bereits 1914 von Anna Votava beschrieben (Votava 1914).

Wichtige Beiträge zur Erforschung der Plasmaströmung lieferte Robert Jarosch. Er beschrieb als erster aktiv bewegliche Fibrillen, die später als Aktinfilamente identifiziert wurden (Jarosch 1961). Alternativ zum gegenwärtig anerkannten Querbrückenmechanismus (Wanderung des Myosins entlang von Aktinfilamenten mit Hilfe beweglicher „Ärmchen") entwickelte er eine Theorie, wonach die Plasmaströmung, aber auch alle anderen aktiven Bewegungen im Plasma verschiedener Zellen, durch die Rotation von α-Helices zu erklären ist (z. B. Jarosch 2005). Mit der Plasmaströmung und Organellenbewegung befassten sich auch Wilhelm Velten (Velten 1876), Karl Linsbauer (Linsbauer 1927, 1933), Karl Umrath (Umrath 1934), Eleonore Fetzmann (Fetzmann 1957, 1958) und Gertrude Hasitschka-Jenschke (Hasitschka-Jenschke 1960).

Mikrotubuli

In wachsenden Zellen sind Mikrotubuli für die Orientierung der Zellulosefibrillen und damit für die zylindrische Form der Internodien zuständig. Ihre Existenz wurde 1962 von Green (Green 1962) auf Grund von Inhibitorversuchen vorhergesagt, vor ihrer Entdeckung durch das Elektronenmikroskop.

Depolymerisation der Mikrotubuli während des Zellwachstums führt zur Abrundung der Internodien. Die rundliche Form mancher Characeen Internodien (z. B.

L. inflata, *C. inflata*) ist daher vermutlich auf eine Mutation des Tubulins bzw. Mikrotubuli-assoziierter Proteine zurückzuführen. Wichtige Erkenntnisse zum dynamischen Verhalten der Mikrotubuli wurde durch Injektion von fluoreszierendem Gehirntubulin gewonnen.

Elektrophysiologie (Ionenhaushalt und Ionenströme) und Wassertransport

Kaum ein anderes Forschungsgebiet hat von der Größe der Internodialzellen und den verschiedenen Manipulationsmöglichkeiten so sehr profitiert, wie die Elektrophysiologie. Hunderte von Studien befassen sich mit der Verteilung und Aktivität von Ionentransportern (Pumpen und Kanälen) in der Plasmamembran. Der Tonoplast, kaum zugänglich in anderen Pflanzenzellen, kann bei Characeen an Plasmatropfen untersucht werden, die durch Auspressen des Zellinhalts gewonnen werden (Fig. 34E). Untersuchungen an perfundierten Zellen (Fig. 34F) lieferten ebenfalls wichtige Hinweise auf die Funktion der Transporter in der Plasmamembran und im Tonoplasten. Bei der „Multikammer-Methode" (Fig. 34G) werden Teile von Zellen mit Hilfe von Vaseline voneinander isoliert. Die Kammern können mit unterschiedlichen Medien versehen werden und ihre Auswirkung auf den Ionentransport und Membranpotential untersucht werden.

Die frühesten zuverlässigen Publikationen über pflanzliche Membran- und Aktionspotentiale stammen vom österreichischen Forscher Karl Umrath (1929, 1934), lange vor ihrer Entdeckung in Nervenzellen (Stahlberg 2006).

Untersuchungen über den Wassertransport in *Chara*-Internodien (z. B. Hertel and Steudle 1997; Kim et al. 2006) lieferten wichtige Hinweise auf die Funktion von Aquaporinen (Wasserkanälen).

Gravitropismus der Rhizoide und Protonemata

Mehrkernige Internodien sind auch in Rhizoiden und Protonemata vorhanden (Fig. 32D). Diese sind allerdings viel zarter und wachsen mit Hilfe eines Aktinnetzwerkes an der Spitze (polares Wachstum). Das Aktinnetzwerk bildet mit ER-Zisternen und sekretorischen Vesikeln den sogenannten „Spitzenkörper". Statholithen ($BaSO_4$-Kristalle) sind für die Wahrnehmung der Schwerkraft zuständig. Spitzenwachstum und Gravitropismus zeigen Parallelen zum Wachstum der Wurzelhaare der Landpflanzen.

Vor- und Nachteile des Modellsystems

Die Besonderheiten und Vorteile der Characeen-Internodien als Untersuchungsobjekt sind in Fig. 34 zusammengefasst (siehe auch Beilby 2016). Die Nachteile sollen jedoch nicht unerwähnt bleiben. Einige Characeen-Arten sind zwar über Thallus-Segmente leicht zu kultivieren und wachsen in Behältern in einem Substrat aus Erde, Torf und Sand, die mit Wasser, gefüllt werden. Ungleich aufwändiger sind jedoch Reinkulturen, die für viele Untersuchungen notwendig sind.

Die Länge der Internodien und die Größe der Vakuolen ist ein Problem für die Elektronenmikroskopie, speziell für die Methode des Hochdruckgefrierens.

Der größte Nachteil ist jedoch das Fehlen geeigneter Methoden für die Transformation, mit der fluoreszierende Marker und zellfremde Proteine in den Internodien oder Knotenzellen exprimiert werden können. Immerhin wurde das Genom von *Chara braunii* sequenziert (Nishiyama et al. 2018) und das Transkriptom von *C. australis*-Internodien analysiert (Pertl et al. 2018). Es ist zu hoffen, dass weitere Untersuchungen zur Etablierung geeigneter molekularbiologischer Methoden führen werden, die die Attraktivität der Characeen als Untersuchungsobjekt für physiologische Fragestellungen wieder erhöhen.

2.3.4. Armleuchteralgen und Umweltfaktoren – bidirektionale Effekte

Characeen treten vor allem in sauberen, klaren Binnengewässern mit Temperaturen zwischen 10 und 25 °C auf, wodurch sie sich als geeignete Bioindikatoren für gute Wasserqualität anbieten (Søndergaard et al. 2010). Als obere Grenze für das Auftreten von Characeen wurde um 20 µg L^{-1} Totalphosphor definiert, was einem mesotrophen Zustand entspricht. Dieser Grenzwert geht auf die umfassende Studie von Forsberg (1965) zurück, der Characeenvorkommen in schwedischen Gewässern mit Umweltvariablen in Zusammenhang brachte. Bei genauerer Analyse zeigt sich jedoch, dass verschiedene Arten eine sehr breite ökologische Nische besitzen und teilweise bis in eutrophe Gewässer vordringen können. In ihrer sehr detaillierten Darstellung über ökologische Ansprüche einzelner Characeenarten weisen Doege et al. (2016) einige Arten hinsichtlich der Standortsansprüche als indifferent aus. Das vermehrte Auftreten in wenig produktiven Gewässern wird also weniger als Sensitivität gegenüber hohen Nährstoffkonzentrationen interpretiert, der Schlüsselparameter liegt vielmehr in einer optimalen Lichtversorgung.

Die Verwendung von Arten als Bioindikatoren beruht im Wesentlichen auf empirischen Grundlagen. Dabei wird das Auftreten der Organismen mit den Umweltfaktoren der Habitate verbunden. In den letzten Jahrzehnten haben sich in Österreich u. a. Pall and Moser (2009), Pall et al. (2025), Hohla and Gregor (2011a), Jäger (2000), Pall (2014), Pichler (1997), Raabe (2024), Rott et al. (2007), und Schaible et al. (2009a, b) intensiv mit der Characeenflora einschließlich des Gefährdungsgrades und ihrer Verwendung als Bioindikatoren beschäftigt. Zusätzlich werden Characeen auch für paläolimnologische Fragestellungen herangezogen, da man über versteinerte Zygoten (Gyrogonite) Artbestimmungen vornehmen kann (Papp 1951). Ein Beispiel ist die Rekonstruktion des Paläoklimas. In Österreich wurden Gyrogonite etwa aus Fohnsdorf (Graef 1977), aus Götzendorf an der Leitha sowie Stixneusiedl und Neusiedl am See (Rögl et al. 1993), aus Korneuburg Umgebung (Berger 1998), aus dem Gebiet um Gosau (Ősi et al. 2021) und aus Gratkorn untersucht (Gross et al. 2014) und für paläoklimatische Interpretationen berücksichtigt.

Strahlung und Nährstoffversorgung

Gegenüber Gefäßmakrophyten haben Characeen in oberflächennahen Bereichen häufig das Nachsehen, was sich in der vertikalen Verteilung der Pflanzengruppen widerspiegelt (Schubert et al. 2018). Sobald sich Gefäßmakrophyten etablieren können, etwa wenn es keine wesentlichen Pegelschwankungen gibt, Wasserkörper über mehrere Jahre persistieren und ausreichend Nährstoffe vorhanden sind, werden vor allem großwüchsige Characeen zurückgedrängt (z. B.: Blindow 1992). Dies dürfte unter anderem dadurch begründet sein, dass Gefäßmakrophyten Armleuchteralgen überwachsen, und damit eine mehr oder weniger geschlossene Vegetationsdecke bilden, und so bessere Lichtversorgung erfahren. Bei Schwachlichtbedingungen in Bodennähe verlieren Armleuchteralgen gegenüber anderen Wasserpflanzen ihre Konkurrenzfähigkeit, da sie langsamer wachsen. Ein solches Muster wurde etwa bei Konkurrenzversuchen zwischen Laichkkraut und *Chara aspera* festgestellt (Van den Berg et al. 1998). Zusätzlich benötigen Vorkeime unmittelbar nach der Zygotenkeimung Licht zur Weiterentwicklung der Pflanzen (de Winton et al. 2004), sonst können sich Characeenbestände nicht etablieren. Schlechte Lichtversorgung gepaart mit hohen Nährstoffmengen sind charakteristisch für hocheutrophe Systeme. Hier führt das Massenauftreten von Schwebealgen („Algenblüten") zu hoher Trübe, was schließlich oftmals zum Verschwinden von Characeenbeständen beiträgt. Eine Ausnahme stellen zwar trübe, aber seichte Gewässer und Flachwasserbereiche dar, in denen sich noch kleine Characeenarten etablieren können (Blindow 1992). In seichten Bereichen kommt es jedoch teilweise zu überoptimaler Strahlungsversorgung und erhöhter UV-Exponierung. Als Schutzmaßnahme werden verstärkt Karotinoide synthetisiert, die in empfindliche Organe eingelagert werden (Schagerl and Pichler 2000; Rieseberg et al. 2024). Die österreichischen Algenforscher Schagerl and Pichler (2000) konnten die Rotfärbung von Antheridien und Sprossspitzen bei *Chara tomentosa* auf γ-Karotin zurückführen (Fig. 35A), was als Schutzpigment eine zentrale Rolle spielen dürfte.

Bei optimaler Durchlichtung der Wassersäule dringen Characeen bis in sehr tiefe Bereiche > 30m vor (Blindow und van de Weyer 2016), die in klaren Gewässern jene von Gefäßmakrophyten übertreffen. In größerer Tiefe dürfte dabei das Verhältnis von „unterirdischer" Pflanzenbiomasse zu lichtabsorbierender Sprossoberfläche eine zentrale Rolle spielen, was in größeren Tiefen Armleuchteralgen bevorzugt (Middelboe and Markager 1997). Zusätzlich konnten u. a. für *Chara vulgaris* neben physiologischer Akklimatisierung auch morphologische Anpassungen an die vorherrschenden Lichtbedingungen nachgewiesen werden (Wang et al. 2008). Schwachlichtpflanzen zeigten gegenüber Starklichtexemplaren verlängerte Sprosse und dichtere Rasen (Wang et al. 2008), womit ein Konkurrenzvorteil entsteht. Zusätzlich wirkt sich bei Characeen der hydrostatische Druck nicht auf das Pflanzeninnere aus, Gefäßmakrophyten besitzen hingegen häufig luftgefüllte Hohlräume (Aerenchym). Bei hohem hydrostatischen Druck kann dies zu einer deutlichen Verringerung des Wachstums führen (Gessner 1955).

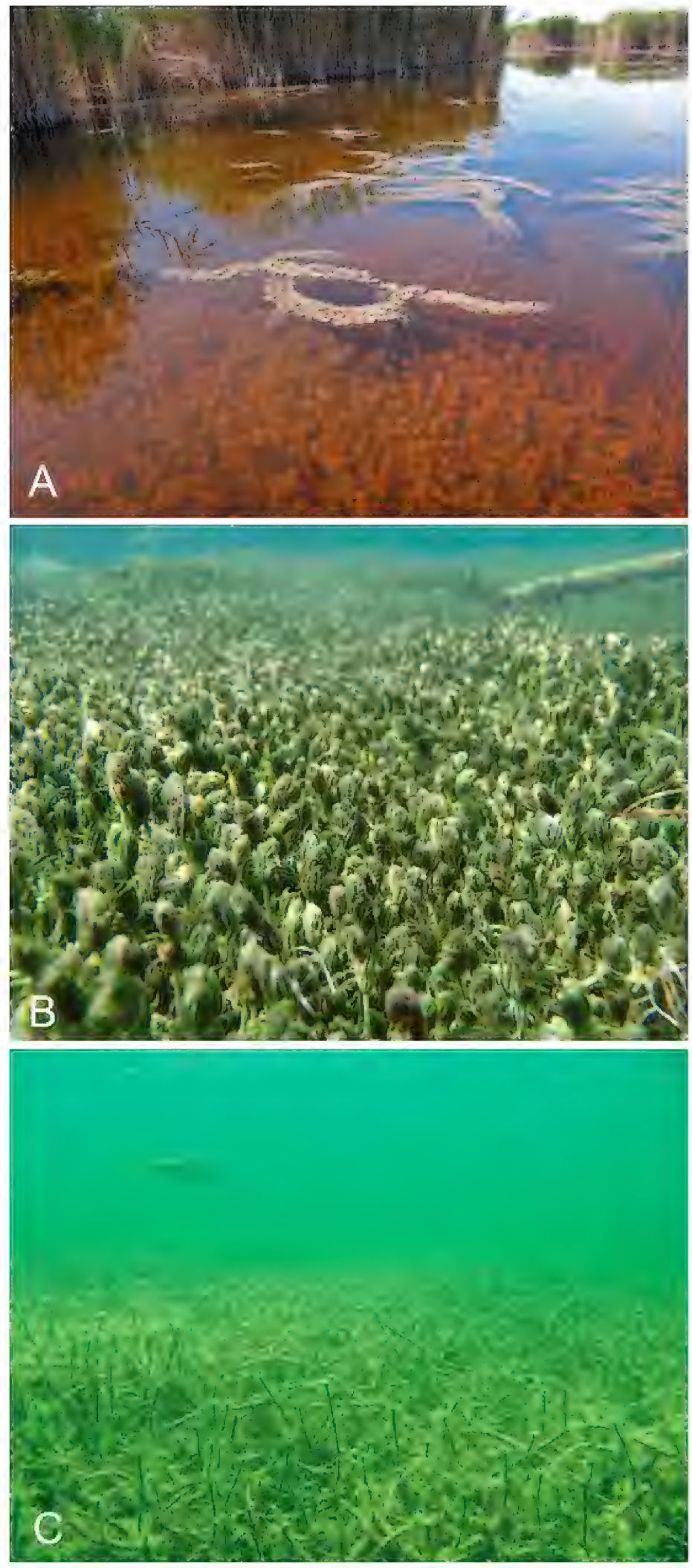


Figure 35. Characeenwiesen in drei unterschiedlichen Habitaten. **A.** rot gefärbte *Chara tomentosa* in offenen Bereichen des Schilfgürtels im Neusiedler See. **B.** Reinbestände von *Chara vulgaris* nahe des Fischa-Ursprungs in Haschendorf. **C** *Chara subspinosa* aus dem Lunzer Untersee (Fotos: M. Schagerl).

Characeen nehmen Nährstoffe über den gesamten Thallus auf, wodurch deren Konzentration im Wasser vermindert wird. Zusätzlich kann über biogene Kalkfällung an der Pflanzenoberfläche auch Phosphat gebunden werden. Großflächige, dichte Bestände tragen so zu verbesserter

Wasserqualität bei, da Phytoplankton Nährstofflimitation ausgesetzt ist und dadurch die Wachstumsgrundlage entzogen wird. Zusätzlich stabilisieren Characeenwiesen das Sediment, wodurch Aufwirbelungen deutlich abgeschwächt werden. Resuspendierung von Sediment wird etwa durch Umwälzungen der Wassersäule als Folge von Starkwindereignissen oder Bioturbation verursacht. Die beiden Effekte „Minimierung der Mikroalgen" und „Minimierung der Resuspension" wirken sich positiv auf das Lichtklima aus. Dadurch wird die Ausbreitung der Armleuchteralgen weiter gefördert und die Population stabilisiert.

pH-Wert und biogene Kalkfällung

Um Photosynthese zu betreiben, haben Wasserpflanzen gegenüber Landpflanzen verschiedene anorganische Kohlenstoffquellen zur Verfügung, da sich Kohlendioxyd mit Wasser zu Kohlensäure verbindet. Kohlensäure dissoziiert zu einem geringen Teil und je nach pH-Wert überwiegt danach Kohlendioxyd bei pH < 6.5, Hydrogenkarbonat zwischen pH 6.5 und 10.5, und Karbonat > 10.5. Üblicherweise bewegen sich pH-Werte von Oberflächengewässern im schwach basischen Bereich, wodurch angenommen wird, dass Armleuchteralgen auf Hydrogenkarbonat zurückgreifen können (Sand-Jensen et al. 2018).

Armleuchteralgen haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in Kalkgewässern. Ausnahme ist die Gattung *Nitella*, die tendenziell eher in Weichwasserseen anzutreffen ist (Blindow und van de Weyer 2016; Schubert et al. 2018). Zusätzlich hat die pH-Bänderung wichtige Auswirkungen auf die Verbreitung der Characeen. Arten der Gattung *Chara*, deren saure Bereiche der Thallusoberfläche durch Charasomen stabilisiert werden (siehe Kapitel Plasmamembran, Chloroplasten und Peroxisomen), sind in alkalischen Gewässern häufiger vertreten als z. B. Arten der Gattung *Nitella*. *Nitella* kann hingegen in tieferen Gewässerzonen großflächige Bestände bilden (Schwarz et al. 2002). In den tiefen Gewässerbereichen sind pH-Werte niedriger als nahe der Oberfläche; erhöhte Respiration und geringere Produktion tragen dazu bei. Die an den Internodien zu beobachtende pH-Bänderung zeigt eine laterale Heterogenität in der Kohlenstoffaufnahme an (Beilby and Bisson 2012). In sauren Bereichen wird das Kalk-Kohlensäuregleichgewicht durch die Abgabe von Protonen Richtung Kohlendioxyd verschoben, welches durch Diffusion leicht über die Zellmembran in die Chloroplasten eindringt, wo es schließlich fixiert wird. Charasomen in diesem Bereich vergrößern die innere Zellmembranoberfläche, wodurch die für die Ansäuerung zuständigen Protonenpumpen effektiver arbeiten können. In alkalischen Bereichen werden Hydroxylionen nach außen abgegeben, bzw. Protonen aufgenommen (McConnaughey 1998; Ray et al. 2003). Der Kohlendioxyd-Entzug aus dem Umgebungswasser bewirkt generell eine Reduktion der sogenannten Gleichgewichtskohlensäure. Als Folge schlägt sich Kalk auf alkalischen Pflanzenteilen nieder, was als biogene Kalkfällung bezeichnet wird. Diese kann so beträchtlich ausfallen, dass daraus Seekreidebänke entstehen und über geologische Zeiträume hinweg Gesteinsformationen gebildet werden.

Salzgehalt

Armleuchteralgen sind nicht nur auf das Süßwasser beschränkt, sondern treten auch in Binnengewässern mit erhöhten Salzgehalten (Salinitäten) auf, die teilweise deutlich über jenem von Meerwasser liegen. So präferiert die Gattung *Lamprothamnium* Salzstandorte und tritt auch noch bei Konzentration jenseits 50 g L^{-1} auf (García and Chivas 2006). Obwohl Characeen weltweit häufig im Brackwasser anzutreffen sind, dürften sie die chemische Zusammensetzung von Meerwasser und Konzentration um 35 g L^{-1} meiden (Beilby and Casanova 2014a; Winter et al. 1996, 1996). Bei der Anpassung an erhöhte Salzkonzentrationen gilt es vor allem, zwei Probleme zu minimieren: (1) Wasserverlust durch Osmose und (2) Minimierung der internen Na^+-Konzentration im Zytoplasma, da Na^+ Schlüsselstellen in vielen Enzymen besetzen würde, die für K^+ vorgesehen sind (Beilby and Casanova 2014b).

Gewässer sind je nach Salzgehalt und dem entsprechenden Auftreten von Organismen in verschiedene Bereiche kategorisiert (Schagerl and Renaut 2016). Salinität hat auch bei Armleuchteralgen großen Einfluss auf die Verbreitung, sie ist ein Schlüsselparameter für das Vorkommen einzelner Arten, die nach ihrer Salztoleranz in vier Gruppen eingeteilt werden. Es wurde in verschiedenen Studien nachgewiesen, dass die Anpassung an hohe Salzgehalte vor allem mit einer Anreicherung von einwertigen Kationen in der Zentralvakuole einhergeht (Schubert et al. 2018). Zusätzlich zeigte sich, dass bei salztoleranten Arten unter Salzstress Protonenpumpen aktiviert werden, bei reinen Süßwasserarten diese Protonenpumpen hingegen gestoppt werden. Außerdem werden in den salzsensitiven Arten Protonen- und Hydroxylionenkanäle geöffnet, wodurch die Zellen Wasser und K^+-Ionen verlieren und schließlich absterben (Beilby and Casanova 2014b). Interessanterweise dürften „compatible solutes" (organische Osmolyte), die bei anderen Algengruppen und auch bei höheren Pflanzen häufig zur Regelung des Turgors eingesetzt werden, nur eine untergeordnete Rolle spielen. In salztoleranten Arten wurde Saccharose nachgewiesen (Beilby and Casanova 2014b), zusätzlich bei der eher salzsensitiven Art *Chara braunii* in einem Kurzzeitversuch Prolin und 2-Aminobuttersäure (Heß et al. 2023).

Die Gattung *Nitella* ist auf Süßwasser und leicht subsaline Gewässer bis 1.5 g L^{-1} beschränkt; osmotische Anpassungen fehlen bei dieser Gruppe. Eine zweite Gruppe, die u.a. *Chara vulgaris* und *C. tomentosa* beinhaltet, dringt bis schwach hyposaline Bereiche um 5 g L^{-1} vor. Hier spielen Na^+ und Cl^- in der Zentralvakuole bei der (unvollständigen) Anpassung des Turgors eine zentrale Rolle. Beide Arten treten z. B. im Schilfgürtel des leicht salzigen Neusiedler Sees auf. Die dritte Gruppe umfasst Arten, die bis 20 g L^{-1} auftreten und zusätzlich K^+-Ionen zur Turgorregulation verwenden. Die in Salzlacken des Seewinkels auftretende *Chara canescens* (Schaible et al.

2009a, b) ist ein typischer Vertreter dieser Gruppe (Winter and Kirst 1991). Die vierte Gruppe umfasst Arten der Gattung *Lamprothamnium* und kommt bestens mit hohen Salzkonzentrationen zurecht (Blindow und van de Weyer 2016; Schubert et al. 2018). *Lamprothamnium* hält die Na^+-Konzentration über Na^+/H^+-Antiporter-Systeme konstant niedrig und reguliert den Turgor über K^+ und Cl^--Ionen (Beilby et al. 2022).

Biotische Interaktionen

Armleuchteralgen sind eine essenzielle Komponente limnischer Ökosysteme und beeinflussen sowohl Organismengemeinschaften als auch Stoffflüsse. Ein umfassende Übersicht über das Wirkungsgefüge geben Schubert et al. (2018).

Characeen stehen mit Gefäßmakrophyten in Licht- und Nährstoffkonkurrenz. In trüben, eutrophen Systemen haben sie gegenüber dichtwüchsigen, Richtung Oberfläche strebenden Makrophyten das Nachsehen (Blindow 1992). In oligo- bis mesotrophen Systemen kann diese Gruppe jedoch großflächige Bestände bilden und so zur Stabilisierung einer klaren Wassersäule beitragen, was ihnen wiederum einen eigenen Wachstumsvorteil bringt.

Armleuchteralgen werden teilweise zur Gewässersanierung eingesetzt. Besonders erfolgversprechend sind mäßig eutrophe Flachseen. Es wurde bereits in den 1980er Jahren erkannt, dass für solche Systeme zwei alternative stabile Zustände existieren (alternative stable states), die ineinander übergeführt werden können (Scheffer and Jeppesen 1998). Der trübe, Phytoplankton-dominierte Zustand konkurriert am Boden wachsende Makrophyten durch Beschattung aus (Lichtlimitation). Beim Makrophyten-dominierten Klarwasser-Zustand wird Phytoplankton durch geringe Nährstoff-verfügbarkeit in der freien Wassersäule auskonkurriert (Nährstofflimitation). Im Zuge von Gewässersanierungen versucht man nun durch gezielte Maßnahmen, den Klarwasserzustand zu erreichen, beispielsweise durch Wiederansiedlung von Makrophyten. Der große Vorteil von Makrophyten gegenüber Phytoplankton ist die Erntemöglichkeit und deren Entfernung aus dem System, wodurch das Gleichgewicht weiter Richtung Makrophyten-dominierten Klarwasser-Zustand verschoben wird (Hilt et al. 2006). Es gibt einige Beispiele, bei denen Characeen angepflanzt wurden und wesentlich zur Sanierung von stehenden Gewässern beigetragen haben. Einen aktuellen Fall in Österreich stellt die Alte Donau in Wien dar (Pall 2024). Gegenüber stark Richtung Oberfläche wachsenden Gefäßmakrophyten wie das Tausendblatt (Schlingpflanzen) stellen Armleuchteralgen überdies für schwimmende Personen keine Gefahr dar.

Von einigen Characeen ist bekannt, dass sie schwefelhaltige Verbindungen synthetisieren, die sie an die Umgebung abgeben (knoblauchartiger Geruch). Diese Substanzen hindern andere Pflanzen, besonders Aufwuchsalgen, am Wachstum (allelopathische Wirkung). Diese Art der „chemischen Kriegsführung" wurde unter anderem von österreichischen Forscherinnen und Forschern untersucht (Berger and Schagerl 2003, 2004; Mähnert et al. 2017). Inwieweit diese Wirkstoffe auch Phytoplanktonwachstum unterdrücken, ist noch ungeklärt (Blindow und van de Weyer 2016).

Characeen vergrößern die innere Oberfläche von aquatischen Systemen und bieten so zusätzliches Substrat für Aufwuchs. Sie fungieren zudem auch als Strukturgeber und bieten so Zooplankton, Zoobenthos, Fischlarven und Kleinfischen Schutz vor Räubern. Häufig sind Charabestände wintergrün, sodass diese Effekte über das gesamte Jahr anhalten.

Nicht nur trübe, sehr nährstoffreiche Systeme stellen eine Herausforderung für Characeen dar, es gibt auch Fraßdruck, z. B. durch Wasservögel (Fox and Stīpniece 2024). Characeen sind teilweise auch in der Wintersaison anzutreffen und daher für Wasservögel als ballaststoffarme Nahrung länger als Gefäßmakrophyten verfügbar. Aufsitzende Makroinvertebraten erhöhen zusätzlich die Attraktivität als Nahrungsquelle. Fox and Stīpniece (2024) erwähnen jedoch, dass der Fraßdruck bei stabilen Populationen nicht bestandsgefährdend ist. Wasservögel fungieren als Vektoren, tragen also zur Verbreitung von Characeen bei. Auch andere herbivore Organismen weiden an Characeenwiesen, etwa herbivore Fische. Eigene Beobachtungen legen nahe, dass neu etablierte Fischarten im Lunzer Untersee wie Rotauge und Rotfeder die ehemals gut entwickelten Characeenbestände eliminierten. Auch benthivore Fische wie Karpfen und Graskarpfen und Flusskrebse können bestandsgefährdend sein (Schubert et al. 2018; vgl. Kapitel 2.5 Naturschutz).

2.3.5. Conclusio

Obwohl Characeen in unseren Gewässern dichte Bestände bilden können, sind sie durch anthropogene Einflüsse zunehmend gefährdet – einerseits durch Reduzierung der Habitate, andererseits durch Veränderung bestehender Lebensräume: Klimawandel, die Einwanderung von invasiven Arten, Verschmutzung oder Trockenlegung von Kleinstgewässern sind hier etwa zu nennen (vgl. Kapitel 2.5 Naturschutz und 3.5 Rote Liste der Characeen Österreichs).

Diese faszinierende Algengruppe spielt eine zentrale Rolle in vielen aquatischen Ökosystemen. Dennoch wurde und wird sie im Vergleich zu anderen Wasserpflanzen inklusive Phytoplankton nur ungenügend berücksichtigt.

In der Zellbiologie wurden viele Erkenntnisse aus Studien mit Characeen gewonnen. Die großen Internodialzellen stellen ideale Modellsysteme dar, unter anderem, weil sie robust und leicht zu behandeln sind.

Studien deuten darauf hin, dass diese Algengruppe hohes Potenzial für praktische Anwendungen hat. Als Beispiele sind Inhaltsstoffe von Characeen zu nennen, die in der Naturheilkunde bereits Verwendung finden („*Chara intermedia*", vgl. Brand and Gröger 2019). Allelopathische Wirksubstanzen könnten bakterizid und entzündungshemmend wirken oder möglicherweise auch als natürliche Pestizide zur Bekämpfung von Algenblüten eingesetzt werden.

2.4. Lebensräume von Armleuchteralgen, deren Entwicklung und Bedrohung

Michael Hohla

Viele Organismen sind ausgesprochene Profiteure von Unruhe- oder Störungszonen, die etwa durch geologische Vorgänge, aber auch z. B. Wasserstandsschwankungen oder periodisches Austrocknen hervorgerufen werden. Auch die Menschen haben sich in ihrer Geschichte immer wieder dort angesiedelt, wo sich neue Chancen ergeben hatten (Dartnell 2018). Tektonische Bewegungen ließen zum Beispiel Flussläufe und Seen mit entsprechendem Umland entstehen, die der Menschheit, wie auch vielen Pflanzen- und Tierarten, Nutzen brachten.

Armleuchteralgen bevorzugen Lebensräume, die auch auf uns Menschen eine hohe Anziehungskraft ausüben. Deutlich erkennbar ist dies an den großen Seen der Alpen und Voralpen, die nicht nur perfekte Lebensräume für Characeen sind, sondern auch die Menschen in besonderem Maße angesprochen bzw. angeregt haben. So sind dort einige große Werke österreichischer Kultur entstanden: Gustav Klimt, etwa, malte mit Vorliebe Ansichten des türkisfarbenen Attersees und der umliegenden Landschaft. Gustav Mahler hatte sein Komponierhäuschen in Steinbach am Attersee und ein weiteres in Maiernigg am Wörthersee. Franz Schubert beschrieb den Traunsee in einem Brief an seine Eltern als „wahrhaft himmlisch". Er reiste mehrmals zum Traunsee und komponierte dort auch eine seiner Sinfonien (Markus 2023). Johannes Brahms liebte die Salzkammergutseen, aber auch den Wörthersee, wie auch Alban Berg, der an letzterem seine Oper „Lulu" schuf (Schneyder 2024). Arnold Schönberg verbrachte seine Sommerfrische gerne am Mattsee, wurde dort aber 1921 von Antisemiten vertrieben (Waitzbauer 2002). Ein langer Spaziergang durch die weitläufigen, damals noch wildwüchsigen Praterauen (Fig. 36) war auch für den unglücklichen Franz Grillparzer inspirierend: „*Ich ging weiter und weiter in den Prater und als ich spät abends nach Hause kam, war der Plan zur Sappho fertig.*" (Holzinger 2015).

Gerade diese hohe Attraktivität der Wuchsorte von Armleuchteralgen bringt jedoch auch Probleme mit sich, etwa wenn im Sommer zigtausende Menschen die österreichischen Seen stürmen. Geringe Störungen sind für die Characeen förderlich, aber exzessive Störungsereignisse führen schließlich zum Verschwinden der Population!

Figure 36. Motiv aus dem Wiener Prater (Krieau), Emil Jakob Schindler, 1876 (Foto: Wikimedia Commons, gemeinfrei; https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Emil_Jakob_Schindler_Motiv_aus_dem_Wiener_Prater_%28Krieau%29_1876.jpg).

Es folgt nun eine ausführliche Beschreibung der Characeen-Lebensraumtypen Österreichs und deren Gefährdungslage:

2.4.1. Seen (natürliche Seen, Speicherseen, Badeseen, Baggerseen)

Als „See" bezeichnet man große, stehende Binnengewässer, die in größeren Tiefen lichtlos sind und die Temperaturschichtung aufweisen (es gibt verschiedene Schichtungstypen). In Österreich besiedeln die Armleuchteralgen vor allem die oligo- bis mesotrophen, kalkreichen Seen der Alpen und Voralpen (Figs 37–41). Die Zentren solcher Dauervorkommen sind in Vorarlberg der Bodensee, die Seen des Salzkammergutes und die Kärntner Seen. Eine Ausnahme bilden die offenen Schilfflächen des Neusiedler Sees und die Seewinkellacken mit unterschiedlichsten chemischen Eigenschaften (s. Kapitel 2.4.8 Salzbeeinflusste Lebensräume). Als windexponierter, extrem flacher Steppensee (mittlere Tiefe: ca. 120 cm) stellt der Neusiedler See innerhalb Europas einen Sondertypus dar. Er ist ein mesotropher Flachsee, wobei die Uferzonen lokal als eutroph einzustufen sind (Herzig and Dokulil 2001; Beiwl and Mühlmann 2008).

Figure 37. Attersee bei Unterach, Blick vom „Druckerhof", Oberösterreich, 6.9.2008 (Foto: M. Hohla).

Figure 38. A. Bootshafen in Traunkirchen am Traunsee, Oberösterreich, 14.7.2023. **B.** Almsee mit *Chara-subspinosa*-Rasen und *Potamogeton ×vepsicus*, Oberösterreich, 16.7.2023 (Fotos: M. Hohla).

Figure 39. A. Altausseer See, Steiermark, 23.7.2013 (Foto: M. Hohla). **B.** Seehornsee, mit *Chara contraria*, Salzburg, 1.9.2019 (Foto: K. Moosbrugger).

Figure 40. A. Wörthersee mit Blick auf Schloss Reifnitz, Kärnten, 28.7.2020. **B.** Bodensee, nördlich Fussach, im Bereich der Rheinmündung, 1.8.2014 (Fotos: M. Hohla).

Figure 41. A. Fernsteinsee am Fernpass im Gemeindegebiet von Nassereith, Tirol, 10.8.2007. **B.** Badesee „Salzachsee", Liefering, Stadt Salzburg, u. a. mit *Chara aculeolata*, *Ch. hispida*, *Ch. tomentosa*, Salzburg, 15.7.2023 (Fotos: K. van de Weyer).

Die Characeen bauen in den Seen dauerhafte Populationen auf. Je klarer und nährstoffärmer der See ist, desto weiter reichen die Characeenbestände in die Tiefe. Im Attersee konnte *Nitella opaca* bis 20 m nachgewiesen werden (Pall 1996). Jedoch bevorzugen einige Arten, darunter etwa *Chara aspera*, die flacheren Uferzonen. In den oligo- bis mesotrophen Alpenseen Österreichs bilden auch jene Arten große Populationen, welche in anderen Ländern wegen ihrer Empfindlichkeit gegenüber Eutrophierung bereits starke Rückgänge erfahren mussten oder sogar schon verschwunden sind.

Bedroht werden die dauerhaften Armleuchteralgenbestände vor allem durch eine sich verschlechternde Wasserqualität, etwa durch Eutrophierung (vgl. etwa Dokulil

2020), und durch starken Besatz mit Karpfen, wie sie etwa im Kleinen Ödsee in Oberösterreich vorliegt. Während es im Großen Ödsee dichte Bestände von Characeen gibt, ist der nahe gelegene Kleine Ödsee nahezu ohne Wasserpflanzen, wie dies anlässlich der Characeentagung 2023 zu sehen war (Hohla and Diewald 2024). Noch deutlicher ist das Beispiel des Laudachsees, von dem Krisai and Schmidt (1983) noch berichten: „Die Armleuchteralgen der Gattungen *Chara* und *Nitella* mit dem Aussehen höherer Pflanzen bilden in nährstoffärmeren (=oligotrophen) karbonathältigen Wässern ausgedehnte unterseeische Rasen; schön zu beobachten am Alm- oder Laudachsee." Im Laudachsee konnten in den letzten Jahren keine Armleuchteralgen mehr gefunden werden (Hohla and Gregor 2011a, b; A. Schacherer, 2023, E-Mail). Bereits mit freiem Auge erkennbar ist dort der reiche Fischbestand. Auch im Längsee in Kärnten sind heute keine Characeen mehr vorhanden, obwohl diese dort noch in den 1980er Jahren vorhanden waren (Holzner et al. 1978–1980; L. Schratt-Ehrendorfer, pers. Mitt.). Dieser See wird als Bade- und Fischgewässer genutzt. An dieser Stelle ist auch der Lunzer Untersee anzuführen, der bis vor wenigen Jahren noch schöne *Chara*-Bestände aufwies. In den letzten Jahren sind diese verschwunden. Im gleichen Zeitraum wurde eine dramatische Veränderung der Fischpopulation festgestellt. Während Elritzen nicht mehr zu finden sind, gibt es nun ausgedehnte Bestände von Rotaugen, Rotfedern und Flussbarschen. Bei Darmanalysen von Rotaugen wurden *Chara*-Sprosse gefunden (M. Schagerl, pers. Mitt.).

Der Traunsee war im 20. Jahrhundert vor allem von der Einleitung von Industrieschlämmen betroffen (Schmidt 2000; Steinhauser 2008), was vermutlich zum Verschwinden einiger Wasserpflanzenarten wie etwa *Chara tomentosa* geführt hatte. Ganz deutlich konnte man das Verschwinden von Armleuchteralgen durch die verschlechterte Wasserqualität im Bodensee verfolgen. Erst seit der Verbesserung ab den 1980er Jahren nahmen dort die Characeen wieder deutlich zu (Lang 1981; Schmieder 1998; Pall et al. 2010b; Jäger 2012; Bauer et al. 2014; Schmieder et al. 2017). Eine verschlechterte Wasserqualität und der verbundene Rückgang an Characeen ergab sich auch in den Kärntner Seen (KIS 2010). Auch im Fall des Irrsees in Oberösterreich ist es zu einer deutlichen Verschlechterung gekommen, zu einem gleichmäßigen, schleichenden Eintrag aus vielen Quellen. Dieser See hat ein besonders großes Einzugsgebiet, das zu einem großen Teil aus landwirtschaftlicher Nutzfläche besteht. Bäche und Gräben führen dort direkt in den See (Diewald et al. 2015).

Ständig neu entstehen künstliche Stillgewässer auf dem Gelände von Abbaubetrieben. Diese Seen in den Schotter- und Sandgruben sowie in Steinbrüchen bilden nach der der Abbauphase folgenden Klärung einen idealen Wuchsort für Armleuchteralgen. Danach kommt es durch Fischbesatz und -fütterung oft jedoch schnell zur Eutrophierung und Trübung dieser Gewässer.

Speicherseen bzw. energiewirtschaftlich genutzte Gewässer weisen schwankende Wasserstände auf, die zu einer gewissen Selektion unter den Wasserpflanzen führen. Die Absenkung des Wasserspiegels im Herbst bedingt, dass ein beträchtlicher Anteil des potentiellen Siedlungsortes für submerse Makrophyten regelmäßig trockenfällt. Dies führt zwangsweise zum Absterben der oberirdischen Pflanzenteile. Weiters ist davon auszugehen, dass das Substrat in diesem Bereich im Winter durchfriert und hierdurch auch die Wurzeln und Rhizome der Wasserpflanzen nachhaltig geschädigt werden. Überleben können unter derartigen Bedingungen nur ausgesprochene Spezialisten. Hierzu zählen v. a. aquatische Moose, die generell zeitweises Austrocknen vertragen, aber auch einige Characeen-Arten, die über ein ausgeprägtes Pioniervermögen verfügen. Es handelt sich entweder um generell annuelle Arten (*Chara aspera*, *Tolypella glomerata*) oder um Arten, die sich unter bestimmten Bedingungen auch mit annueller Lebensweise halten können (Pall et al. 2011).

2.4.2. Teiche und Weiher (Fischweiher, Bewässerungsteiche, Löschteiche, Gartenteiche)

Die Typologie der Stillgewässer ist etwas verwirrend. So werden im Volksmund die Begriffe Teich und Weiher im selben Sinn verwendet, während in der einschlägigen Fachliteratur Teiche künstlich geschaffene Kleingewässer

Figure 42. A. Teich in der Nähe von Hirschbach im Waldviertel, mit *Chara braunii*, Niederösterreich, 28.8.2018 (Foto: M. Hofbauer). **B.** Gartenteich in Uttendorf, mit *Chara globularis*, Oberösterreich, 3.5.2011 (Foto: M. Hohla).

darstellen (Fig. 42) und Weiher natürlichen Ursprungs sind. Es gibt viele örtliche Namen von Weihern und Teichen, ohne dass diese sich hinsichtlich ihrer Art und Funktion tatsächlich unterscheiden. Auch in den verschiedenen Ländern gibt es divergierende Definitionen von Seen, Weihern und Teichen (vgl. etwa LAWA 1998; Pott and Remy 2000; Dokulil 2001; Oertli et al. 2005; Biggs et al. 2005; Pardey et al. 2005 u. a.). Im englisch-sprachigen Raum wird für beide Gewässertypen der Fachbegriff „ponds" verwendet; es wird also nicht zwischen Teichen und Weihern unterschieden.

Wir folgen hier Pardey et al. (2005) und sprechen von Seen bei ausdauernden Stillgewässern ab einer Größe von einem Hektar. Kleingewässer sind weniger groß, haben zumeist keine ausgeprägte thermische Schichtung und sind normalerweise bis zum Gewässergrund durchlichtet, womit Wasserpflanzen ausgedehnte Bestände bilden können. Kleinstgewässer (s. u.) sind Wasserflächen, die weniger als ein Quadratmeter groß sind. Teiche haben Vorrichtungen zum Ablassen und sind vom Menschen geschaffen; Weiher sind hingegen natürlich entstanden und können nicht abgelassen werden. Selten erreichen Teiche auch größere Dimensionen, wie etwa Fischteiche in der Böhmischen Masse (vgl. auch Essl et al. 2008).

Natürlich entstandene, dauerhafte, stehende Kleingewässer sind eine Seltenheit. Diese gibt es etwa nach dem Rückzug von Gletschern durch Verbleiben von einzelnen Eisblöcken in der Landschaft. Nach Abtauen können sich diese Senken mit Wasser füllen und werden dann als Toteislöcher bezeichnet. Schon seit dem Mittelalter gibt es die Teichwirtschaft, früher vor allem an Herrschaftssitzen oder bei Klöstern. Solche großen Teiche sind oft auch heute noch interessante Characeengewässer, vor allem, wenn sie extensiv bewirtschaftet werden. In den Teichen der Böhmischen Masse kommen mit *Nitella flexilis* und *Chara braunii* zwei besonders interessante Armleuchteralgenarten vor. Viele Teiche sind heute leider nicht mehr öffentlich zugänglich, da sie als private Freizeitanlagen dienen und eingezäunt wurden. Dies ist zum Beispiel in Niederösterreich in der wasserreichen Feuchten Ebene im südlichen Wiener Becken der Fall (Sauberer 2007 u. 2019). Selbiges gilt für die unzähligen Gartenteiche, die zu Untersuchungszwecken nicht erreichbar sind bzw. in den Gärten versteckt liegen.

2.4.3. Flusssysteme (natürliche und regulierte Flüsse, Nebenarme, Altwässer, Stauseen)

Früher boten Überschwemmungsbereiche in Flussauen Characeen Vorkommensmöglichkeiten (Fig. 43). Heute sind diese Lebensräume durch die großen Regulierungen

Figure 43. Stadtplan von Wien mit Praterauen, Johann Baptist Homann, um 1720 (Wiener Stadt- und Landesarchiv, WStLA P1 00296, CC BY-NC-ND 4.0; https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Stadtplan,_Johann_Baptist_Homann_(um_1720)#/media/Datei:WStLA_KS_Sammelbestand_P1_296.jpg).

und die dadurch reduzierte Auendynamik stark reduziert bzw. eingeschränkt (Lazowski and Löffler 1991; Fig. 44), auch wenn in den Auenlandschaften noch von keimfähigen Diasporen im Boden auszugehen ist, die unter geeigneten Bedingungen kurzzeitige Characeen-Vorkommen erzeugen können. Diese Vorkommen sind schwer zu erfassen. Armleuchteralgen findet man heute in den Auen in den Quellfluren und -tümpeln, langsam strömenden Quellbächen, Sickergräben und Altwässern. Eine typische Art der Altwässer von Flüssen ist *Nitella mucronata*.

In den Stauräumen der Flüsse kann sich nach Senkung der Schwebstoffe ebenfalls kurzzeitig Characeenbewuchs in Tümpeln und Nebenarmen bilden (Fig. 45A). Viele ehemalige Altwässer sind heute vom Fluss abgeschnitten (Fig. 45B) oder zugeschüttet worden. Es fehlt die Dynamik des Flusses. Deutlich zu sehen ist dies in den Gewässern des Wiener Praters, wo im 19. Jahrhundert über Jahrzehnte hinweg eine Reihe interessanter Arten gefunden wurde. Bayer (1869) bezeichnete in seiner „Praterflora" das Gebiet noch als „Donauinsel Prater-Brigittenau" und beschrieb die Dynamik folgendermaßen: „*Die Oertlichkeit bringt es mit sich, dass manche der hier aufgezählten Pflanzen bald ganz verschwinden, bald wieder erscheinen, was namentlich bei jenen der Fall ist, deren Vegetiren vom Wasservorrathe abhängt. Andererseits erscheinen oft ganz neue Pflanzen, welche sich zuweilen einbürgern, meistens aber nach kurzer Zeit wieder eingehen. Den Anlass hiezu geben Ueberschwemmungen, Verladungen u. Verführungen von Getreide, Viehdurchtriebe, Viehausstellungen, ja selbst grosse Volksfeste u. dgl.*" Das ist wahrlich eine Welt von gestern; nur die Volksfeste blieben. Heute liegen das Heustadelwasser, das Krebsenwasser und das Lusthauswasser isoliert in den Praterauen (Fig. 44A). Bei einem Besuch im Jahr 2023 konnte von Michael Hohla dort keine einzige Characee mehr gefunden werden. Manche davon sind heute Fischereigewässer.

Ein weiteres Problem für Characeen ist durch das Sinken der Grundwasserstände gegeben. Verursacht wird dieser Trend durch den Klimawandel und die Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen. Es ist anzunehmen, dass sich der Wassermangel in Ostösterreich in Zukunft noch verschärfen wird (UBA 2021). Das Austrocknen von Gewässern ist etwa in der Lobau in Wien und Niederösterreich, im Wiener Neustädter Becken, im Neusiedler See bzw. im Seewinkel (Krachler 2012; Wolfram et al. 2014; Ableidinger 2023; Janisch et al. 2023) der Fall. In der Lobau verlandeten

Figure 44. A. Wiener Prater, Heustadelwasser, heute ohne Characeen, Wien, 28.8.2023 (Foto: M. Hohla). **B.** Untere Lobau, Lichtes Loch, Wien, 10.6.2017 (Foto: K. Kracher).

Figure 45. A. Hagenauer Bucht, Innstausee bei St. Peter am Hart, mit *Chara vulgaris* und *Bidens cernua*, Oberösterreich, 23.9.2011. **B.** Altarm in den Innauen bei Mining, mit *Chara subspinosa*, Oberösterreich, 30.9.2012 (Fotos: M. Hohla).

Figure 46. A. Kalter Gang bei Himberg, mit *Chara vulgaris* flutend, an der Uferböschung stehend Norbert Sauberer, Niederösterreich, 24.8.2023. **B.** Quelltopf und Quellbach bei Moosbrunn, Zulauf des Jesuitenbaches, mit *Chara papillosa*, Niederösterreich, 24.3.2023 (Fotos: M. Hohla).

aus diesem Grund viele kleine Augewässer (L. Schratt-Ehrendorfer, pers. Mitt.; Figs 44B, 58). In den Augewässern in und um Wien kam es außerdem zu einer Verdrängung durch höhere Makrophyten aufgrund von Hypertrophierung, so etwa an der Alten Donau (Donaubaum and Dokulil 2001; Donabaum et al. 2004; Teubner et al. 2022; Groiß 2023).

2.4.4. Bäche (inklusive Nebengewässer, Nebenarme, Gumpen)

Als Bäche werden kleine Fließgewässer mit den Flussordnungszahlen 1 bis 3 bezeichnet (Vannote 1980; Wimmer and Moog 1994; Figs 46, 47). Darüber hinaus spricht man von Flüssen bzw. Strömen. Die meisten Bäche sind für Armleuchteralgen ungeeignet, erstens durch die ständige Trübung bzw. deren Verschmutzung (Hohla et al. 2016), aber auch durch eine zu starke Strömung. Durch die laufenden Einträge von Erde bzw. Schlamm nach Starkregenfällen aus den angrenzenden Ackerflächen, ist ein Vorkommen von Characeen nahezu ausgeschlossen. Nur wenige Armleuchteralgenarten können in stärkerer Strömung existieren, wie etwa die Zerbrechlich-Armleuchteralge (*Chara globularis*), die z. B. in der Mattig bei Palting dichte, flutende Bestände bildet (Fig. 47). In begrenztem Ausmaß gelingt dies auch anderen Arten, wie etwa *Chara contraria* oder *Chara vulgaris*, jedoch abhängig von der Fließgeschwindigkeit. Ein weiterer Faktor ist die Beschattung. Im Jesuitenbach bei Moosbrunn wurden früher etwa einige Arten nachgewiesen, die bei der Kontrolle im Jahr 2023 durch Michael Hohla und Norbert Sauberer nicht mehr zu finden waren. Der Jesuitenbach ist heute durch Gehölze dicht beschattet (Fig. 56).

Figure 47. Rasch fließende Mattig in Palting, Innviertel, Oberösterreich, mit großen flutenden Beständen von *Chara globularis*, 12.7.2011 (Foto: M. Hohla).

2.4.5. Moore (Schlenken, Torfstiche, Entwässerungsgräben)

Es gibt unterschiedliche Moortypen, die nach ihrer Wasserversorgung kategorisiert sind. Während Hochmoore ausschließlich von Niederschlagswasser gespeist werden, stehen Niedermoore (Sümpfe) (Fig. 48B) mit dem Grundwasser in Verbindung. In diesem Kompendium wird aus Praktikabilitätsgründen nicht zwischen den Moortypen unterschieden. In den Mooren besiedeln Armleuchteralgen hauptsächlich frisch gezogene Entwässerungsgräben, alte Torfstiche (Fig. 48A), seltener Schlenken oder wassergefüllte Löcher in Quellmooren. In den Moorseen und Tümpeln, wie es sie zum Beispiel im Gebiet des Ibmer Moores noch gibt, dürfte die Wassertrübe der limitierende Faktor sein. Viele einstige Moore existieren nicht mehr oder nur mehr in begrenztem Ausmaß; dadurch

Figure 48. A. Alte wassergefüllte Torfstiche im Weidmoos, mit *Nitella flexilis*, Salzburg, 16.9.2011. **B.** Wassergefüllte Kuhtritte in einem Niedermoor unweit der Kopphütte, Mühlbach am Hochkönig, mit *Chara contraria*, Salzburg, 4.7.2010 (Fotos: M. Hohla).

ist Lebensraum für Armleuchteralgen verschwunden. Unglaubliche 90 % der ursprünglichen Moorfläche Österreichs sind bereits verloren (WWF Österreich und ÖKOBÜRO 2022). Auch das Moor bei Moosbrunn in Niederösterreich wurde zerstört. Im 19. Jahrhundert war das gut von Wien aus zu erreichende Moosbrunn quasi ein „Wallfahrtsort" der österreichischen Botaniker mit vielen höchst seltenen Arten, darunter etwa *Nitella translucens* und *Chara braunii*, bei den Gefäßpflanzen vor allem *Cochlearia macrorrhiza*, das Dickwurzel-Löffelkraut (Fischer et al. 2008; Sauberer 2019).

2.4.6. Ephemere Klein- und Kleinstgewässer (Tümpel, Pfützen, Gräben, Ackersutten, Waldgräben, Fahrspuren, neu angelegte Amphibiengewässer, Regenrückhaltebecken, Bassins usw.)

Oft vernachlässigt oder unterschätzt wird beim Thema Armleuchteralgen die Bedeutung der Klein- und Kleinstgewässer. Es gibt Arten, die vor allem in solchen Gewässertypen als Pionierpflanzen vorkommen, dort aber unbeständig bleiben. Ephemere Gewässer sind heute in unserer Landschaft viel seltener, als es früher der Fall war. So sind etwa vernässte Acker (Ackersutten; Fig. 49B) und Wiesen in Österreich inzwischen Raritäten, ebenso existieren viele Wiesengräben nicht mehr (Raabe 2025). Als Ersatzbiotope dienen die zahlreichen Abgrabungsgewässer (Fig. 50A), Regenwassersammelbecken, Retentionsbecken, Bahn- und Straßengräben, Folienteiche usw. Einige wenige Arten – vor allem *Chara globularis* und *Ch. vulgaris* – sind sogar kurzfristig in der Lage, kleinste künstliche Lebensräume wie Brunnen, Schaubecken, Bassins, Tröge oder Fahrspuren zu besiedeln (Fig. 50B). Eine besonders seltene Armleuchteralgenart solcher Klein- und Kleinstgewässer ist *Nitella gracilis*, die etwa von Uwe Raabe im Burgenland mehrfach gefunden wurde (Raabe 2024).

Amphibiengewässer sind meist auch gute Characeengewässer (Fig. 49A). Nur gibt es nach der erfolgreichen Erstbesiedelung durch Amphibien und Armleuchteralgen oft Probleme, wenn dort, sei es aus Unwissen, Ignoranz oder zum Zweck der Freizeitbeschäftigung, Fische eingesetzt werden. Vor allem wühlende Fische, wie Karpfen, führen zu einer Trübung dieser Gewässer und fressen

Figure 49. A. Neu angelegte Tümpelkette in Weitwörth, mit *Chara contraria*, *Ch. globularis* und *Ch. vulgaris*, Salzburg, 6.9.2023 (Foto: M. Hohla). **B.** Ackersutte bei Langental, mit *Chara vulgaris*, Burgenland, 13.4.2024 (Foto: U. Raabe).

Figure 50. A. Schottergrubengelände mit Pfützen in Burgkirchen, Innviertel, mit *Chara globularis*, Oberösterrreich, 6.11.2007. **B.** Schaubecken für Wasserpflanzen in einer Gärtnerei in Burgkirchen, Innviertel, mit *Chara globularis*, Oberösterreich, 12.10.2010 (Fotos: M. Hohla)

Wasserpflanzen. Einige Fischarten fressen zudem auch Amphibienlaich und Kaulquappen (Laufer and Wollenzin 2011). Um das Wachstum von Wasserpflanzen zu fördern und Amphibien zu ermöglichen, müssen Fische in solchen Kleingewässern unbedingt entfernt werden.

2.4.7. Quellen (Quellfluren, Sickerquellen)

Quellen treten vor allem am Fuß von Terrassenböschungen oder als Sickerquellen in nassen Wiesen auf (Fig. 51). In den Wäldern bilden kleinere Quellen oft Nassgallen, Quellsümpfe, kleinflächige Rieselfluren über Schotter und kleine Rinnsale aus. Armleuchteralgen können sich in kleinsten Quellgerinnen und Quelltümpeln ansiedeln. Voraussetzung ist jedoch, dass sie nicht zu stark beschattet sind. Man findet in Quellgewässern vor allem *Chara vulgaris*, *Ch. globularis* und seltener *Ch. contraria*.

Ein besonderer Lebensraum sind die Thermalquellen, wie es sie an der Thermenlinie bei Mödling oder Baden gibt. Diese liegen an einer tektonischen Störzone und entspringen am östlichen und südlichen Rand des Wiener Beckens. An einer solchen Quelle bei Baden wurde etwa 1883 eine tylacanthe „*Chara gymnophylla*" gesammelt (s. u.; Herbar Beck, PRC).

Quellen sind besonders schützenswerte Lebensräume. Oft wurden sie in der Vergangenheit gefasst und das Wasser in Rohren abgeleitet. Auch viele der nassen Wiesen mit Quellaustritten gibt es nicht mehr, weil sie melioriert und in der Folge aufgeforstet, überbaut oder landwirtschaftlich genutzt wurden.

2.4.8. Salzbeeinflusste Lebensräume (Neusiedler See, Lacken, Salzwiesen, Salzgräben)

Salzlebensräume sind in Österreich besonders rar und nur kleinräumig vorhanden. Ihre Vorkommen beschränken sich im Wesentlichen auf das nördliche Burgenland und den Osten Niederösterreichs (Herzig and Dokulil 2001; Oberleitner et al. 2006; Wiesbauer 2007; Albert 2010, 2020; Häusler 2020; Herzig 2014, 2020).

Aquatische Salzlebensräume sind in allen stehenden Gewässertypen anzutreffen. Die sodahaltigen Salz- oder Zickböden liegen vorwiegend im Randbereich des Neusiedler Sees (Fig. 52) und in den schotterfreien Flächen des Seewinkels (Fig. 53). Kleinräumige Salzflächen

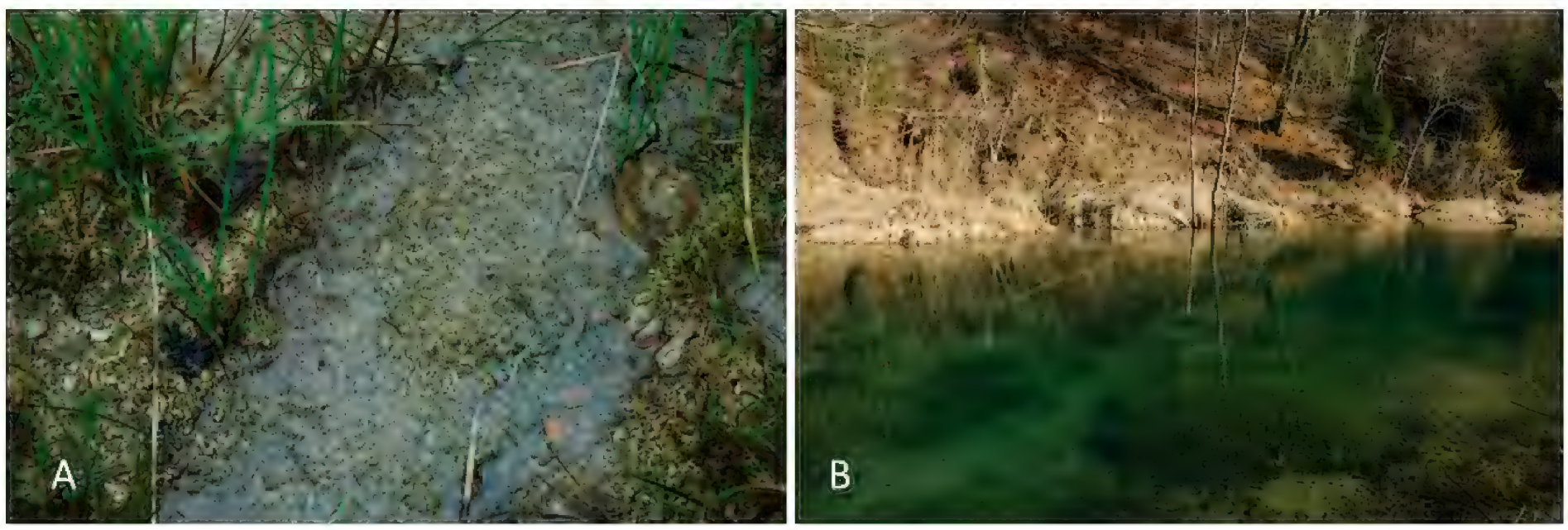


Figure 51. A. Bad Goisern, Sarstein, ehemalige Kreidegrube, Rieselquelle, mit *Chara vulgaris*, Oberösterreich, 4.8.2011. **B.** Klarer Quellteich am Fuß der Salzachleite bei St. Radegund, „Greunzlacke", mit *Chara contraria*, *Ch. subspinosa* und *Nitella opaca*, Oberösterreich, 12.3.2011 (Fotos: M. Hohla).

Figure 52. Neusiedler See, bei Illmitz, Burgenland, 20.5.2018 (Foto: M. Hohla).

Figure 53. Ochsenbrunnlacke im Seewinkel, im Hintergrund der Neusiedler See, Burgenland, 11.9.2023 (Foto: E. Draganits).

finden sich auch zwischen Oggau und Jois am Westufer des Neusiedler Sees. Die niederösterreichischen Salzlebensräume unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihrer geringen Größe von den burgenländischen, sondern auch bezüglich ihrer chemischen Zusammensetzung: Nicht Soda (Na_2CO_3), sondern Glaubersalz (Na_2SO_4) und Bittersalz ($MgSO_4$) sind hier die dominierenden Salze (Wiesbauer 2007). Die niederösterreichischen Salzlebensräume beschränken sich heute im Wesentlichen auf zwei Gebiete: die Saliterböden von Zwingendorf im Pulkautal (nördliches Weinviertel) und die Salzböden im Bereich von Baumgarten an der March (östliches Weinviertel).

Über die Verhältnisse der niederösterreichischen Salzsstandorte berichtet Reuss (1873): „*Nirgends in Nieder-Oesterreich ist die Salzflora so ausgezeichnet entwickelt, wie in dieser Gegend – analog dem Ufer des Neusiedler Sees – obwohl Halophyten ziemlich verbreitet vorkommen, besonders an vielen Stellen des Marchfeldes, aber meist vereinzelt, verschieden von dem Auftreten derselben z. B. in Böhmen, wo sie sich vorwaltend an die zahlreichen Mineralquellen halten; so bei Saidschitz und Sedlitz, bei Püllna, bei Bilin, Franzensbad, an der Eger bei Chotëschau und Slatina u. s. w. Wie in Böhmen und Mähren ist es auch in Niederösterreich nicht Chlornatrium, welches diese Flora bedingt. Wir besitzen die Analyse eines Bitterwässerbrunnens, der südlich von Laa an der Strasse nach Staatz gelegen ist, der enthält in reichlicher Menge schwefelsaure Magnesia, schwefelsaures Natron, weniger schwefelsaures Kali. Ich habe diesen Brunnen, von dessen Existenz ich erst später Kenntniss erhielt, nicht besucht. Auch eine von meinem Bruder ausgeführte Analyse des ausgeblühten Salzes von einer Stelle bei Zwingendorf weist in grosser Menge schwefelsaure Magnesia und schwefelsaures Natron nach.*"

Einige Characeenarten kommen mit dem erhöhten Salzgehalt gut zurecht. So findet man in den Salzlacken des Seewinkels etwa *Chara aspera*, *Ch. papillosa*, *Ch. tenuispina*, *Tolypella glomerata* und *Sphaerochara nidifica*. *Chara canescens*, die Grau-Armleuchteralge, ist sogar auf Gewässer mit erhöhtem Salzgehalt angewiesen.

Chara canescens, und auch *Ch. connivens*, gab es im 19. Jahrhundert auch an Salzstandorten in Niederösterreich, genauer gesagt, in den Wiesen und Gräben zwischen Zwingendorf und Wulzeshofen nahe Laa an der Thaya (Reuss 1873; Fig. 54). Regulierungs- und Meliorationsmaßnahmen haben im 19. und 20. Jahrhundert eine massive Abnahme salzbeeinflusster Lebensräume bewirkt. So wurden im Burgenland und in Niederösterreich mehr als 80 % der Salzstandorte zerstört oder stark entwertet (Wiesbauer 2007). Leider ist *Chara canescens* in Niederösterreich seit dem 19. Jahrhundert nicht mehr nachgewiesen worden; *Chara connivens* konnte in Österreich nur bei Zwingendorf nachgewiesen werden und ist dort ebenfalls seit über 100 Jahren verschollen. Von dieser einstigen Salzlandschaft gibt es nur noch kleine Reste, etwa das Naturschutzgebiet „Zwingendorfer Glaubersalzböden" (Denner 2023; Fig. 55), allerdings, wie es heute aussieht, ohne Characeen. Bei der Nachsuche durch M. Hohla, M. Hofbauer und G. Király konnten 2024 dort keine Armleuchteralgen mehr gefunden werden.

2.5. Naturschutz

Michael Hohla

2.5.1. Gefährdungsursachen

Wie bereits weiter oben in den Lebensraumbeschreibungen mehrfach angedeutet, sind die Armleuchteralgen aus verschiedenen Gründen gefährdet. Die meisten Arten sind auf saubere Gewässer angewiesen, weswegen sie eine wichtige Rolle als Bioindikatoren spielen (Krause 1981; Melzer 1994, 1999; Pall 2014). Der Eintrag von Nährstoffen, insbesondere Phosphor, stellt für die meisten Characeenarten ein Problem dar (Becker 2016).

Nicht alle Arten sind gegenüber hohen Nährstoffmengen empfindlich, wie vor allem *Chara globularis* und *Ch. vulgaris* zeigen, die sogar in relativ stark belasteten Gewässern anzutreffen sind. Auch die auf Flusslebensräume wie Altarme oder Augewässer spezialisierten Arten, etwa *Nitella mucronata*, besiedeln nährstoffreiche Gewässer.

Eutrophierung wirkt sich jedoch auch indirekt negativ auf Armleuchteralgen aus, etwa durch Trübung der

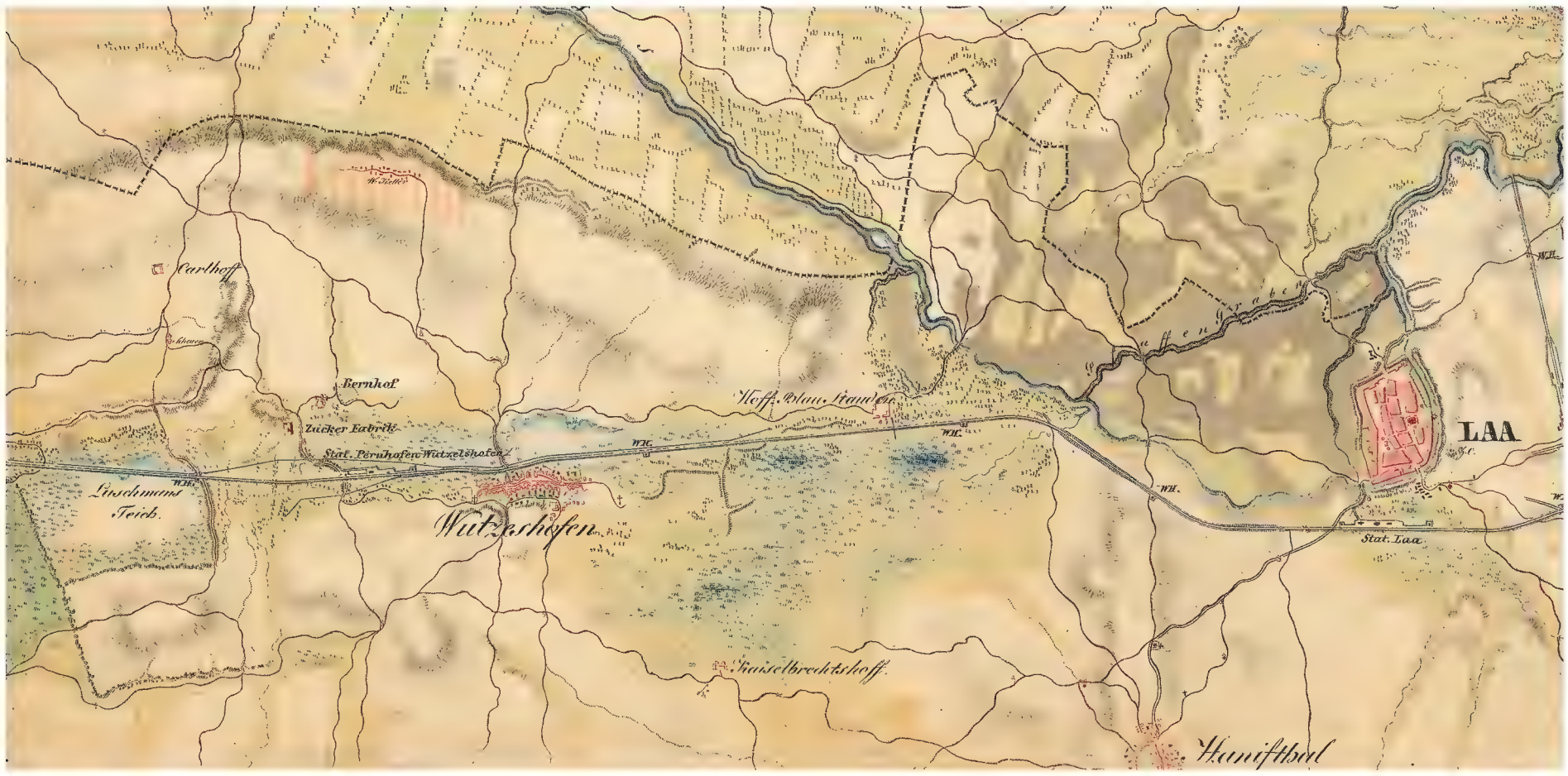


Figure 54. Historische Karte des Gebietes um Wulzeshofen im Pulkautal, Josephinische Landesaufnahme von Niederösterreich, 1773–1781, Kriegs-Charte des Erzherzogthum Oesterreich unter der Enns, 1:28.800, Wien, zwischen 1793 und 1803 fertig gestellt, kolorierte Handzeichnung; noch gut erkennbar sind die Glaubersalzböden an der Straße zwischen Zwingendorf und Laa an der Thaya, einstiger Wuchsort von *Chara canescens* und *Ch. connivens* (Arcanum #23534844 / Österr. Staatsarchiv, ÖNB/KAR: K II 87, GZ 2024-0.349.555).

Figure 55. Naturschutzgebiet Zwingendorf, letzte Reste der ehemaligen Glaubersalzböden-Landschaft, heute ohne *Chara canescens*, Niederösterreich, 26.7.2009 (Foto: S. Lefnaer).

Figure 56. Der Jesuitenbach bei Moosbrunn heute – einst ein Hotspot der Characeenforschung – heute dicht verwachsen und beschattet, Niederösterreich, 24.8.2023 (Foto: M. Hohla).

Gewässer, Beschattung durch das starke Wachstum konkurrierender Wasserpflanzen bzw. Algen oder das verstärkte Aufkommen der Ufervegetation (Fig. 56). Die Nährstoffe gelangen vorrangig durch die landwirtschaftliche Nutzung, aber auch durch atmosphärische Einträge sowie über das Grundwasser in die Gewässer. Besonders gut erkennbar ist dies, wenn der See kesselartig inmitten von landwirtschaftlichen Flächen liegt, wie etwa im Fall des Irrsees (Diewald et al. 2015). Auch die touristische Nutzung der Gewässer sorgt im Extremfall für belastende Einträge bzw. Schäden. Dazu kommen Sonderfälle industrieller Emissionen wie etwa im Fall des Traunsees, wo über Jahrzehnte hinweg Industrieschlämme eingeleitet wurden (Schmidt 2000; Steinhauser 2008).

Einen besonders negativen Einfluss auf die Characeenflora gibt es durch intensiven Fischbesatz, wenn in einem Gewässer Fried- und Raubfische nicht in einem ausgewogenen Verhältnis vorkommen (Fig. 57). Erstens werden Fischbestände oft von außen mit (industriell erzeugten) Futtermitteln versorgt, was wiederum zu einer Eutrophierung führt, zweitens fressen Vertreter der Karpfenfische (Cypriniformes) Wasserpflanzen (z. B. Rotfedern, Giebel, Amur; vgl. Pall 2024) und drittens grundeln Karpfen am Gewässerboden, was zu Wühlschäden, zu einer starken

Figure 57. A. Der Laudachsee ohne Characeen – aber mit reichlich Fischbesatz, Oberösterreich, 26.3.2024 (Foto: M. Hohla). **B.** Reichlicher Karpfenbestand im nahezu makrophytenfreien Kleinen Ödsee, Oberösterreich, 16.7.2023 (Foto: S. Meis).

Figure 58. Die Schwadorfer Rinne in der Unteren Lobau, Wien. **A.** 23.7.2011 (links) und **B.** 11.3.2022 (rechts), mit starken Austrocknungserscheinungen (Foto: K. Kracher).

Trübung sowie Rückführung von Nährstoffen in die Wassersäule der Gewässer und in der Folge zu einem Verschwinden der Wasserpflanzen führt. Besonders negative Beispiele sind etwa der Laudachsee, der Gleinkersee und der Kleine Ödsee. Während es 2023 im Großen Ödsee dichte Bestände an Characeen und Gefäßmakrophyten gab, zeigte sich der nahe gelegene Kleine Ödsee nahezu bewuchsfrei. Beim Tauchen konnte im letzteren See eine große Anzahl an Karpfen beobachtet werden, ebenso im Hechtsee in Tirol (W. Diewald, E-Mail).

In dieser Hinsicht problematisch sind auch Schotterteiche, die nach dem Schotterabbau oft rasch mit Fischen besetzt werden. So konnten 2023 im Baggersee Regau trotz ansonsten guter Bedingungen keine Characeen nachgewiesen werden. Auch im Badesee in Uttendorf im Bundesland Salzburg konnte ein starker Karpfenbesatz festgestellt werden. Die Liste von ähnlich belasteten Gewässern wäre vermutlich lange. Sogar in kleinen, extra für Amphibien angelegten Gewässern werden Fische ausgesetzt, manchmal sogar Goldfische. Fischbesatz schädigt nicht nur Wasserpflanzen, sondern auch die besonders schützenswerten Amphibien (Hohla and Gregor 2011a; Pall 2024). Für Libellen gilt übrigens die gleiche Problematik (z. B. Hostettler 2001). Amphibienschutz ist in der Regel zugleich Libellen- und Characeenschutz. Besonders temporäre Gewässer haben eine hohe naturschutzfachliche Bedeutung (Eder et al. 2014; Raabe 2025).

Großen Einfluss auf die Situation der Characeen hatten die Regulierungen der Flüsse, die vor allem in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durchgeführt wurden. Bereits Reichardt (1873) meinte: „*Leider bedrohen in hohem Grade die Donauregulierung und die schnell fortschreitende Trockenlegung die für das Vorkommen von Nitellen geeigneten Lokalitäten*“. Ein Vergleich der Praterauen auf alten Karten mit der heutigen Situation spricht Bände. Egal ob Salzach, Inn, Donau, Traun, March, Drau überall gingen wertvolle Aulebensräume verloren, die Auwälder wurden von den Flüssen getrennt, Altwässer verlandeten und verlanden auch noch heute, die Flüsse graben sich immer tiefer ein und ziehen die Grundwasserspiegel nach unten. Besonders deutlich kann man diese Prozesse in der Lobau nachverfolgen (Fig. 58). Der

geplante Bau des „Lobautunnels“ (UBA 2025b) würde weitere Verschlechterungen für dieses ökologisch wertvolle und sensible Gebiet mit sich bringen.

Deutliche Verlandungs- bzw. Austrocknungsprozesse sind auch im Seewinkel im Burgenland zu erkennen. Der Wasserstand des Neusiedler Sees war in den letzten Jahren besonders tief und viele Lacken des Seewinkels sind heute trocken. Verursacher sind neben dem Klimawandel die groß angelegten Bewässerungssysteme für landwirtschaftliche Flächen. Diese dramatische Situation wird sich durch die voranschreitende Klimaänderung noch verschärfen. Durch Regulierungs- und Meliorationsmaßnahmen wurden viele wertvolle Lebensräume vernichtet (Wiesbauer 2007; Tolotti et al. 2021; Zechmeister 2022; Ableidinger 2023). Nahezu vollständig zerstört sind heute die ehemaligen Glaubersalzstandorte im Laaer Becken in Niederösterreich. Dort, wo es im 19. Jahrhundert noch reichlich nasse Salzwiesen und Gräben gab, stehen heute Maisfelder (Fig. 59).

Figure 59. Ehemalige Glaubersalzböden zwischen Wulzeshofen und Laa an der Thaya in Niederösterreich – heute Ackerbauflächen, 27.9.2023 (Foto: K.-G. Bernhardt).

Besonders im Einzugsbereich der Seen gab es große Veränderungen. Die Uferbereiche wurden seit dem 19. Jahrhundert massiv verbaut. Seegrundstücke sind hochbegehrt, nicht öffentliche Uferbereiche kaum mehr zugänglich. Mit der extremen Nutzung der Seeufer wurden auch die ufernahen Feuchtgebiete stark reduziert, die Zuläufe mit ihren kleinen Auwäldern, die nassen Wiesen und Uferröhrichte, die Verlandungsmoore u. a. Genau diese Habitate stellen zugleich auch Lebensräume der Armleuchteralgen dar. An den meisten Seen in Österreich, egal ob am Bodensee, an den Kärntner Seen oder an den Seen des Salzkammergutes wurden diese äußerst wertvollen Habitate extrem reduziert.

Ein weiterer Grund für den Rückgang von Armleuchteralgen liegt in der Zerstörung vieler Klein- und Kleinstgewässer, entweder durch Trockenlegung von Feuchtwiesen, durch Nutzungsaufgabe von zuvor extensiv betriebenen Fischteichen, durch das Auflassen von kleinen Haus- und Löschteichen oder durch das Entstehen neuer Wohngebiete und Betriebsanlagen. Eine potentielle Gefahr ist in der Intensivierung der Teichwirtschaft zu sehen, vor allem wenn es sich um Quellteiche bzw. um durch Quellwasser gespeiste klare Gewässer handelt. Während extensiv bewirtschaftete Fischteiche für die Characeen sogar wertvolle Lebensräume darstellen, ist ein intensiv bewirtschaftetes Gewässer für Armleuchteralgen ungeeignet.

Wasserpflanzen bilden oft Dominanzbestände einzelner Arten. Je nach bevorzugten Keimbedingungen, die etwa durch Wasserstand, Temperaturen, Lichtsituation definiert werden, kann es zu solchen oft monotypischen Vorkommen kommen, die sich von Jahr zu Jahr ändern können. Auch einige Neophyten (*Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Lemna minuta*, u. a.; Pall et al. 2013b) neigen zu derartigen Massenvorkommen und beschatten andere Pflanzen, wie auch die konkurrenzschwachen Armleuchteralgen. Ob es dadurch zu einer dauerhaften Verdrängung der Armleuchteralgen kommt, ist allerdings zu bezweifeln.

Der Klimawandel wird auch weiterhin zu steigenden Wassertemperaturen in den Gewässern führen (Dokulil et al. 2016). Dies wird sich zweifellos auch auf die Zusammensetzung der Characeenflora auswirken. Dabei wird es Verlierer aber auch Gewinner geben, wie etwa Auderset Joye and Rey-Boissezon (2015) ausführen. Die potentiellen Verlierer sind vor allem Arten der Seen, die potentiellen Gewinner Arten kleiner Wasserkörper. Zu den empfindlichen Arten zählt etwa *Chara strigosa*, eine Art der kalten, klaren, kalkreichen, oligotrophen Seen. Die Vorkommen könnten durch steigende Wassertemperaturen und die damit verbundenen Effekte (z. B. die Braunfärbung der Gewässer; Blanchet et al. 2022) beeinträchtigt werden (Choudhury et al. 2019). Auderset Joye and Rey-Boissezon (2015) berechnen besonders für *Chara contraria*, *Ch. virgata* und *Ch. tomentosa* stärkere Rückgänge, während für *Chara hispida* (ohne Unterscheidung zwischen *Ch. hispida* und *Ch. subspinosa*) eine deutliche Zunahme bei fortlaufender Erwärmung prognostiziert wird. Auch die wärmeliebende *Chara braunii* dürfte eine Art sein, die in Zukunft zunehmen könnte. Die ohnehin schon in Zunahme befindliche *Nitellopsis obtusa* wird durch die zunehmende Klimaerwärmung vermutlich noch weiter gefördert (Romero-Alvarez et al. 2017; Larkin et al. 2018), ebenso wie die heute noch sehr seltene Art *Lychnothamnus barbatus* (Brozowski et al. 2022). Versuche haben gezeigt, dass die verbreitete *Chara vulgaris* von moderat steigenden Temperaturen (+ 2 °C) und zunehmender Braunfärbung der Gewässer (+100 %) sogar noch profitiert, aber bei stark steigenden Temperaturen (+ 4 °C) und stark erhöhter Braunfärbung (+200 %) zunehmend Probleme bekommt (Choudhury et al. 2019).

Möglicherweise wird es bei uns künftig auch zu Einschleppungen wärmeliebender neophytischer Characeenarten kommen. So wurde in Reisfeldern in Norditalien etwa bereits die in den Tropen beheimatete *Chara fibrosa* subsp. *benthamii* nachgewiesen (Abdelahad and Piccoli 2017).

Vermutlich werden auch noch andere Einflüsse eine Rolle bei der zukünftigen Entwicklung der Characeenflora spielen wie etwa die zunehmende Versalzung (Kaushal et al. 2018), Versauerung (Phillips et al. 2015) und geringerer Sauerstoffgehalt von Gewässern (Rose et al. 2024)

2.5.2. Was kann man tun, um den Armleuchteralgen zu helfen?

Nahezu alle Vertreter der Armleuchteralgen können aktuell als „gefährdet“ angesehen werden, wie Pall (2024) dies beschreibt und wie aus den Roten Listen der Nachbarländer sowie aus den vorliegenden Auswertungen klar hervorgeht (s. u.). Aus diesem Grund ist es wichtig, Maßnahmen zu ergreifen, um diese Arten zu schützen und zu fördern. Es ist ein ganzes Bündel an Maßnahmen notwendig:

Vorrangig gilt es, Nährstoffeinträge zu reduzieren (Dokulil 2017, 2020; Dokulil et al. 2018). Dies ist etwa durch Schaffung von Pufferzonen zwischen den Gewässern und den landwirtschaftlichen Flächen möglich. Dies betrifft vor allem Gewässer in Tal- bzw. Kessellagen. Auch die Emissionen durch Straßenverkehr in Gewässernähe sollen möglichst unterbunden werden.

Weitere wichtige Beiträge zum Characeenschutz sind zweifellos Renaturierungen von Gewässern. Dazu gehören Rückbauten von See- und Flussufern, Aufweitungen, Reaktivierung von Auwäldern durch deren Wiederanbindung an die Flüsse, Anlage von Amphibiengewässern uvm. Das EU-Renaturierungsgesetz wird dabei eine wichtige Triebfeder darstellen. Die erfolgreich beschlossene EU-Verordnung soll geschädigte Ökosysteme und Lebensräume bis zum Jahr 2050 wieder in einen guten Zustand versetzen (Rat der Europäischen Union 2024). Auch die weitere Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der FFH-Richtlinie der EU (s. o.) werden wichtige Impulse bringen.

Es gibt darüber hinaus aber noch viele weitere Maßnahmen zur Unterstützung der Armleuchteralgen, etwa gezielten Lebensraumschutz, Einrichtung von Tabuzonen bei besonders gefährdeten Characeenbeständen, Förderung der extensiven Nutzung von Fischteichen, Förderung von kleinen Stillgewässern auf dem Gelände von Abbaubetrieben, Förderung von Kleinstbiotopen in privaten Gärten und öffentlichen Parkanlagen, Fischbesatzverbot und -kontrolle bei kleinen Stillgewässern, Characeen- (und Amphibien-)freundliche Gestaltung von Retentionsbecken, Besucherlimits und -lenkung in touristisch genutzten Feuchtlebensräumen, Monitoring bestehender hochwertiger Characeengewässer, strengere Richtlinien in Wasserschutzgebieten uvm.

Inzwischen werden heute sogar Armleuchteralgen wiederangesiedelt. So etwa in der Alten Donau in Wien (Pall and Mayerhofer 2015; Pall and Plachy 2019; Teubner et al. 2022), in der es durch intensiven Nährstoffeintrag in den 1980er und 1990er Jahren zum sukzessiven Verlust der Makrophyten und zum starken Wachstum von Algen und Cyanobakterien kam (Donabaum and Dokulil 2001). Vor allem Phosphat war damals das Problem. Durch die Reduktion der Nährstoffe und die Wiederansiedelung von Armleuchteralgen versuchte man, eine stabile Wassertransparenz zu erzielen. Außerdem sollte durch die Characeen das künftige Aufkommen höherwüchsiger Wasserpflanzen verhindern werden, um in der Folge auch das kostenaufwendige Mähen zu reduzieren. Diese Maßnahmen sind grundsätzlich positiv zu sehen und waren im Fall der Alten Donau auch erfolgreich (Dokulil et al. 2018; Pall and Plachy 2019). Weil es sich doch um deutliche Eingriffe in bestehende Biozönosen handelt, sollten solche Ansiedelungen stets mit der nötigen Vorsicht gemacht und entsprechend dokumentiert werden. Die Folgen von Wasserpflanzenansiedelungen können massiv sein und ohne das Wissen über die eingebrachten Arten könnten Ergebnisse zukünftiger Untersuchungen und naturschutzfachliche Einschätzungen verzerrt werden.

Zu guter Letzt noch ein Plädoyer für diese Gruppe: Armleuchteralgen sind keine Algen, wie sie für belastete Gewässer oft typisch sind und die Menschen stören oder gar gefährden, weil sie in deren Teichen und Badeanlagen überhandnehmen. Vielmehr wirken sich Characeen positiv auf Gewässer aus; sie sind ein Zeichen intakter Ökosysteme. Diese Fakten müssen vermehrt in der Öffentlichkeit bekanntgemacht werden, etwa durch Pressearbeit, Kooperationen mit Tourismusvereinigungen und Taucherklubs, aber auch durch Wissensvermittlung, Abhaltung von Bestimmungsübungen, Exkursionen und durch gemeinsame Projekte mit einschlägigen Fachleuten.

3. Spezieller Teil

3.1. Methodik

Systematik und Nomenklatur der vorliegenden Checkliste bzw. der Roten Liste folgen der aktuellen Auflage der „Exkursionsflora für Österreich und die gesamten Ostalpen” (Hohla et al. 2025) sowie „Charophytes of Europe” (Schubert et al. 2024). Im Fall der Gattung *Sphaerochara* wurde mit „Kugelleuchteralge“ ein neuer deutscher Name eingeführt.

Angaben zur Morphologie und Ökologie richten sich vor allem nach Migula (1897), Krause (1987), Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (2016) und Schubert et al. (2024); wissenschaftliche Namen nach Schubert et al. (2024) bzw. AlgaeBase (2025); deutsche Namen nach Hohla et al. (2025). Die Abkürzungen der Herbarien werden nach NYBG (2024) verwendet:

B	Botanischer Garten und Botanisches Museum, Freie Universität Berlin
BERN	Herbarium des Botanischen Gartens der Universität Bern
BOZ	Naturmuseum Südtirol Bozen
BP	Ungarisches Naturhistorisches Museum
BRA	Slowakisches National-Museum
BRNU	Masaryk-Universität Brünn
CB	Südböhmisches Museum Budweis
FR	Herbarium Senckenbergianum Frankfurt
GJO	Steiermärkisches Landesmuseum Johanneum Graz
GZU	Karl-Franzens-Universität Graz
IB	Universität Innsbruck
IBF	Tiroler Landesmuseum

JE	Herbarium Haussknecht Jena
KL	Landesmuseum für Kärnten
L	Naturalis Biodiversitätszentrum in Leiden
LI	Biodiversitätszentrum Linz, Oberösterreichische Landeskultur GmbH
M	Botanische Staatssammlung München
NMSG	Naturmuseum St. Gallen
PRC	Karls-Universität Prag
REG	Universität Regensburg
ROST	Universität Rostock
SZB	Haus der Natur Salzburg
W	Naturhistorisches Museum Wien
WHB	Universität für Bodenkultur Wien
WU	Universität Wien

Zur Ermittlung der Gefährdungsgrade für Österreich wurde die Methodik der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs (Schratt-Ehrendorfer et al. 2022) herangezogen und geringfügig adaptiert. In jenen Regionen ohne ausreichende Datenlage wurde bei der Einstufung nach Naturräumen und Bundesländern nach bester, gutachterlicher Einschätzung vorgegangen.

Bei den Artenporträts (Kapitel 3.7) wurden jeweils im Abschnitt „Verbreitung in den einzelnen Bundesländern" Literatur-, Beobachtungs- und Herbardaten aus den einzelnen Bundesländern samt Quellen angeführt. Bei seltenen Arten ist diese Zusammenstellung vollständig, bei häufigen Arten nur beispielhaft. Die Einschätzung der Bestandesentwicklung der einzelnen Arten erfolgte durch Analyse der Historie der Fundmeldungen bzw. Belegsammelaktivitäten. Die Verbreitungskarten enthalten keine fraglichen Daten bzw. Daten mit „cf"-Bestimmung; in der Characeen-Österreich-Datenbank (Kapitel 6) werden jedoch auch diese angeführt.

Die Daten wurden mittels MariaDB (https://mariadb.org/) Version 10.11.6 verwaltet. Ergänzungen und Überprüfungen erfolgten über GeoNames Webservices (http://www.geonames.org). Fehlende Höhenangaben wurden anhand der geographischen Koordinaten mittels „SRTM1"-API ergänzt. Die Bundeslandzuordnung wurde analog dazu mittels „Country Subdivision"-API ergänzt bzw. überprüft.

Sofern eine Georeferenzierung nötig war, wurde aktuelles und historisches Kartenmaterial von Austrian Map (https://maps.bev.gv.at/), Arcanum Karten (https://maps.arcanum.com/de/), OpenStreetMap (https://www.openstreetmap.org) und unter Vorbehalt auch Google Earth (https://www.google.com/intl/de/earth/about/) bzw. Maps (https://www.google.at/maps) verwendet. Idealerweise wurde auch ein Unschärferadius in Metern angegeben.

Für die Verbreitungskarten wurde zuerst mit QGIS (https://www.qgis.org) ein Kartenhintergrund mit den administrativen Grenzen für Österreich (GADM database http://www.gadm.org/), Naturräumen (Floristische Kartierung Österreichs, Oliver Stöhr), Fließgewässern (Download 3. 9. 2014: Geofabrik GmbH http://download.geofabrik.de, basierend auf Daten von OpenStreetmap contributors https://www.openstreetmap.org Open Database-Lizenz 1.0) erstellt. Als Koordinatenbezugssystem wurde „WGS 84 / World Mercator (EPSG:3395)" gewählt. Anschließend wurden die Karten mit Inkscape (https://inkscape.org/) noch geringfügig nacharbeitetet und die Verbreitungspunkt-Symbole erstellt. Die Verbreitungskarten wurden mittels PHP-Skript (https://www.php.net/) unter Zuhilfenahme der Bibliothek mPDF (https://mpdf.github.io/) direkt aus der Datenbank generiert.

Die räumliche Bezugsbasis der Karten sind „Quadranten" von 5 Minuten geografischer Länge × 3 Minuten geografischer Breite (das entspricht in Österreich ca. 6,25 × 5,55 km).

Die Diagramme wurden mit R (R: A Language and Environment for Statistical Computing https://www.R-project.org) erstellt. Die bei Diagrammen verwendeten Quadranten (Details dazu: http://www.flora-austria.at/Sonst/Info_Kartierung_Flora_OEsterreich.pdf) wurden automatisiert anhand der Koordinaten ermittelt.

3.2. Datenlage

Auf Grund der beschränkten Ressourcen konnten noch nicht alle europäischen Herbarien durchgesehen und nach österreichischen Belegen durchsucht werden. Bei den größeren Gewässern waren – ebenfalls aus Zeitgründen – oft nur stichprobenhafte Kartierungen möglich. Die meisten großen Seen wurden jedoch bereits eingehend untersucht, worüber Berichte Auskunft geben. Es existieren mit Sicherheit viele Klein- und Kleinstgewässer mit Characeen, die in der aktuellen Ausgabe aus Unkenntnis nicht berücksichtigt wurden. Größere und mittelgroße Seen wurden von den Autorinnen und Autoren betaucht, deren seichtere Randbereiche sowie die Kleingewässer mit Stangen oder Haken beprobt oder mit Schnorchelausrüstung abgesucht (Fig. 60).

Kleingewässer sind zumeist schwer zu erfassen, weil sie sich nicht selten in Privatbesitz befinden, eingezäunt und damit nicht zugänglich sind (z. B. Bade- oder Fischteiche). Ein Beispiel stellt die „Feuchte Ebene" im nördlichen Teil des Wiener Beckens dar, wo es nach alten Karten noch viele frei zugängliche Kleingewässer gab, bei denen man heute nur schwer Zutritt bekommt. Zudem ist es für Armleuchteralgen in Kleingewässern typisch, dass sie oft nach Jahren der Abstinenz plötzlich wieder in Massen vorkommen, um dann erneut für längere Zeit zu „verschwinden". Treffend beschreibt dies Migula (1897): „*Auch ist es eine Thatsache, dass sie jahrelang an einer Stelle vorkommen, plötzlich verschwinden, um sich nach kürzerer oder längerer Zeit ebenso plötzlich wieder einzustellen*".

Beim Vergleich historischer Vorkommen mit der heutigen Situation bzw. bei der gezielten Nachsuche alter Angaben muss auf die Fortpflanzungsbiologie der Characeen Rücksicht genommen werden. Dies ist auch bei der Einschätzung der Gefährdung wichtig. Schwierigkeiten

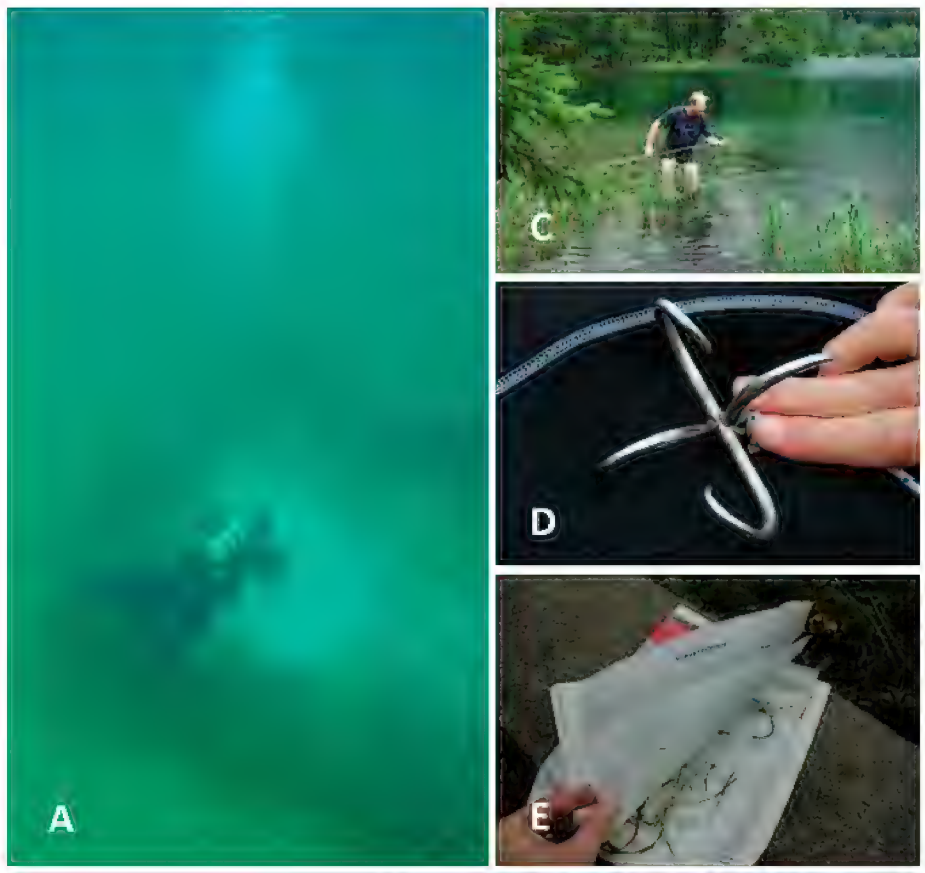


Figure 60. A. Karin Pall, im Hintersteiner See, in 25 m Tiefe, 10.9.2022 (Archiv K. Pall). **B.** Ulrike Prochinig bei einer Tauchkartierung im Weißensee, Sommer 2019 (Foto: M. Friedl). **C.** Michael Hohla, beim Algenfischen mit einer Teleskopstange im Langbathsee. **D.** Haken an einer langen Leine, zum Herausfischen von Wasserpflanzen, 13.9.2009. **E.** Einlegen eines *Nitella*-Beleges zwischen Backpapier und Zeitungspapier, 28.10.2011 (Fotos **C** bis **E**: M. Hohla).

bei der Einstufung kann es wegen der langlebigen Zygoten (Oosporen) im Schlamm geben. Auch wenn eine Art jahrzehntelang nicht mehr beobachtet werden konnte, ist das tatsächliche Aussterben meist noch nicht eingetreten bzw. schwer nachweisbar, außer der Lebensraum ist tatsächlich dauerhaft zerstört worden.

Für die Erstellung der Verbreitungskarten und der Roten Liste der Armleuchteralgen (Characeen) Österreichs wurden die Daten der Characeen-Österreich-Datenbank (vgl. Kapitel 6) verwendet, die von den Autorinnen und Autoren in den vergangenen zwanzig Jahren zusammengetragen wurden. Diese enthält eigene Beobachtungsdaten, Herbardaten sowie nach Plausibilität geprüfte Daten aus Literatur, Datenbanken (Jacq, Zobodat, …) und Beobachtungsplattformen (iNaturalist, Observation, …). In Summe wurden 7.577 Datensätze ausgewertet. Die gesamten Daten liegen in elektronischer Form vor und können jederzeit eingesehen werden (vgl. Kapitel 6).

Sammelaufruf

Characeen soll man sammeln, wann und wo man sie sieht, denn sie sind unberechenbar und das nächste Mal an diesen Orten vielleicht nicht mehr zu finden. Armleuchteralgen können leicht in verschlossenen Plastiktüten mit etwas Wasser mit nach Hause gebracht werden. Eine hervorragende Methode zum Trocknen von Wasserpflanzen ist das Einlegen in Backpapier, also jenes Papier, das man zum Backen von Keksen verwendet (Fig. 60E). Durch dessen Beschichtung bleiben die Pflanzen nicht am Papier kleben. Zu wechseln ist in den ersten Tagen nur das umgebende Zeitungspapier (Hohla and Gregor 2011b). Herbarbelege sind wichtig, um seltene bzw. bestimmungskritische Arten bestimmen und dokumentieren zu können. Bereits Karl Otto Bulnheim verfasste einen Aufsatz über das Sammeln und Belegen von Armleuchteralgen (Bulnheim 1859); siehe auch das Kapitel „IV. Ueber Sammeln, Untersuchen und Bestimmen der Characeen" von Migula (1897).

Der Erstautor ist dankbar für die Zusendung von getrockneten Armleuchteralgen oder Frischmaterial in verschlossenen Plastiktüten. Belege sollten jedoch wegen deren Zerbrechlichkeit gemeinsam mit Papier- oder Schaumstofflagen zwischen Kartons gelegt werden. Diese Kartons sollten am besten fest mit Schnüren oder Gummibändern fixiert werden, bevor man sie in Kuverts gibt. Die Belege bitte an den Erstautor oder an ein öffentliches Herbarium in der Nähe schicken. Die Funddaten unbedingt dazugeben. Es ist außerdem sehr hilfreich, Armleuchteralgen zuhause in einem Gefäß mit Wasser aufzubewahren und gute Detailfotos anzufertigen. Mit Hilfe von Bestimmungsschlüsseln (etwa Krause 1997; van de Weyer and Schmidt 2011; Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands 2016; Schubert et la. 2024; Hohla et al. 2025) können anhand der lebenden Pflanzen erste Bestimmungen vorgenommen werden. Allerdings ist dabei eine starke Lupe oder ein Binokular notwendig. Bei stark mit Kalk verkrusteten Exemplaren ist eine kurze Vorbehandlung mit Essig hilfreich.

3.3. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet ist identisch mit dem aktuellen österreichischen Staatsgebiet. Österreich liegt im südlichen Mitteleuropa und erstreckt sich über eine Fläche von rund 83.900 km². Die Landschaft lässt sich in fünf Naturräume Alpen, Böhmische Masse, Nördliches Vorland, Südliches Vorland und das Pannonische Gebiet unterteilen (Schratt-Ehrendorfer et al. 2022; Fig. 61).

Das Klima hat auf Gewässer großen Einfluss. Aufgrund der geographischen Lage ist das österreichische Wetter vom Übergangsklima geprägt. Herrscht im

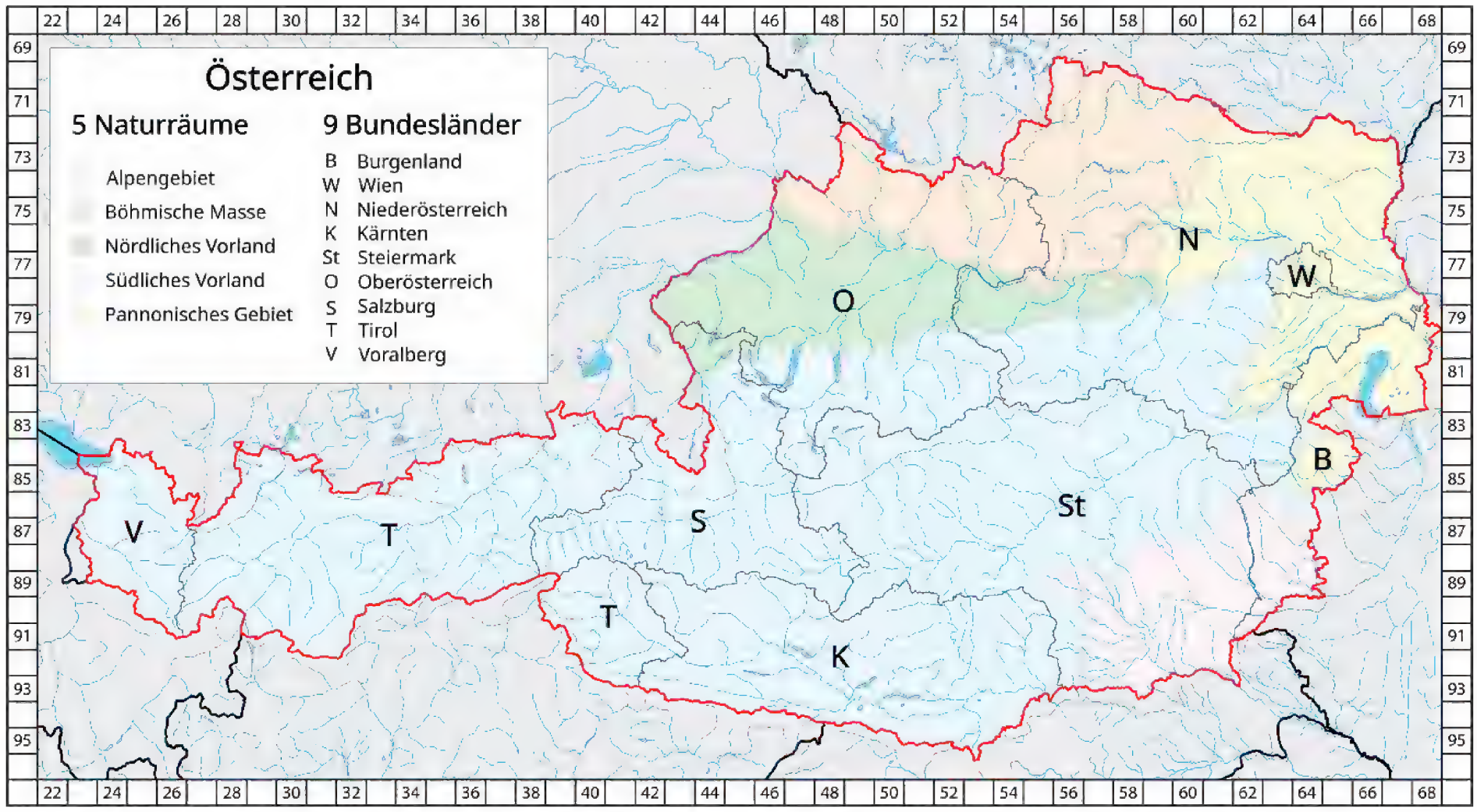


Figure 61. Österreich-Karte mit den 9 Bundesländern und 5 Naturräumen.

Westen Österreichs noch ozeanisches Klima mit feuchten Westwinden vor, so weicht es in östlicher Richtung zunehmend niederschlagsarmem, kontinentalem Klima mit heißen Sommern und kalten Wintern. Darüber hinaus wird das lokale Klima stark von der jeweiligen Höhenlage, der Oberflächenform des Gebietes und der Exposition gegenüber den vorherrschenden Westwetterlagen beeinflusst (Statistik Austria 2022).

3.4. Verwendete Abkürzungen, Kategorien und Fachausdrücke

Sammel- bzw. Beobachtungsperiode

- bis 1899
- 1900–1949
- 1950–1999
- ab 2000

Habitate

Se	Seen (inklusive Speicherseen, Baggerseen, Badeseen)
Te	Teiche, Weiher
Fl	Flusssysteme (inklusive Nebengewässer: Altwässer, Augewässer, Stauseen, Sickergräben)
Bä	Bäche (inklusive Nebengewässer)
Mo	Moore (mit all ihren Gewässertypen: Stiche, Gräben)
Kl	Ephemere Klein- und Kleinstgewässer (Tümpel, Pfützen, Gräben, Ackersutten, Becken, Bassins usw.)
Qu	Quellen (hier auch Sickerquellen)
Ha	Salzbeeinflusste Lebensräume
X	Angabe nicht möglich

Naturräume

AL	Alpengebiet
BM	Böhmische Masse
NV	Nördliches Vorland
SV	Südliches Vorland
PA	Pannonisches Gebiet

Bundesländer

B	Burgenland
W	Wien
N	Niederösterreich
K	Kärnten
St	Steiermark
O	Oberösterreich
S	Salzburg
T	Tirol
V	Vorarlberg

Gefährdungsursachen:

- Nährstoffeintrag
- Fischbesatz
- Lebensraumvernichtung
- Gewässerausbau
- Sukzession
- Austrocknung durch Wasserentnahmen
- Nutzungsaufgabe
- Massentourismus bzw. Badebetrieb
- Klimaerwärmung

Häufigkeitsskala (für Bundeslandangaben):

- verschollen (seit über 40 Jahren kein Nachweis mehr)
- sehr selten (1 bis 2 Nachweise pro Bundesland)
- selten (3 bis 5 Nachweise pro Bundesland)
- zerstreut (6 bis 20 Nachweise pro Bundesland)
- mäßig verbreitet (21 bis 40 Nachweise pro Bundesland)
- verbreitet (über 40 Nachweise pro Bundesland)

Erklärung der Fachausdrücke:

Antheridien: ♂ Fortpflanzungsorgane (→ Oogonien)

Astknoten bzw. Nodien: Knotenzellen; hier zweigen die Quirläste (Seitenäste) vom Spross ab

aulacanth: Stacheln in den Furchen zw. den Rindenwülsten sitzend (im Gegensatz zu → tylacanth)

Blättchen: sitzen an den Knoten der Quirläste

Bulbillen: Wurzelknöllchen als Überwinterungsorgane

diözisch: zweihäusig; es gibt ♀ und ♂ Individuen (im Gegensatz zu → monözisch)

diplostich: doppelt so viele Rindenreihen am Stängel wie Quirläste

eutroph: mit hoher Nährstoffversorgung (ÖNORM M6231 2001)

Gametangien: Fortpflanzungsorgane (♂ Antheridien und ♀ Oogonien)

haplostich: gleich viele Rindenreihen am Stängel wie Quirläste

heterostich: stärkere u. schwächere Rindenreihen wechseln am Stängel einander ab

Internodien: Sprossachsenbereich zwischen zwei Knoten bzw. Nodi; wird durch eine große Internodialzelle gebildet, die berindet sein kann

isostich: die Rindenreihen am Stängel haben gleichen Durchmesser

Köpfchen: Gametangien auffallend aggregiert

mesotroph: mit mittlerer Nährstoffversorgung (ÖNORM M6231 2001)

monözisch: einhäusig; auf demselben Individuum befinden sich ♀ und ♂ Fortpflanzungsorgane (im Gegensatz zu → diözisch)

Oogonien: ♀ Fortpflanzungsorgane (→ Antheridien)

Oospore: Zygote = befruchtetes, ausgereiftes Oogon

oligotroph: mit geringer Nährstoffversorgung (ÖNORM M6231 2001)

Quirläste: quirlförmig vom Spross abgehende Seitenäste mit begrenztem Spitzenwachstum

Rhizoide: Fäden, die sowohl der Verankerung im Substrat als auch der Nährstoffaufnahme dienen

Rinde: dicht nebeneinander liegende Zellreihen am Stängel oder an den Ästen; die Rinde kann auch fehlen

Seitenäste: Seitenspross; vom Spross (nicht quirlförmig) entspringend (nicht bei *Chara*), gleich gebaut wie Hauptspross

Stacheln: stehen auf den Rindenzellen

Stipularen: Stacheln an der Basis der Quirläste, bilden Stipularkranz

Stipularkranz: Stachelkranz an der Basis der Quirläste; Stacheln können in ein oder zwei Reihen ausgebildet sein, aber auch nur als Warzenkranz oder fehlen

triplostich: dreimal so viele Rindenreihen wie Quirläste am Stängel

tylacanth: Stacheln am Stängel auf den Rindenwülsten (im Gegensatz zu → aulacanth)

3.5. Rote Liste der Characeen Österreichs

Michael Hohla (unter Mitarbeit von Heiko Korsch)

Die Beurteilung des Gefährdungsgrades von Characeen und die daraus abzuleitende Verantwortlichkeit sind in Österreich schon seit langem ausständig. Aufgrund des sehr spärlichen Kenntnisstandes der Österreichischen Characeen-Flora behalf man sich bisher damit, die Armleuchteralgen pauschal als gefährdet einzustufen (Niklfeld 1999; Pall 2024). Rote Listen liegen in Österreich bisher nur aus den Bundesländern Oberösterreich (Hohla and Gregor 2011a) und Vorarlberg (Jäger 2012) vor. In den Nachbarländern gibt es Rote Listen der Characeen aus Deutschland (Schmidt et al. 1996; Korsch et al. 2013; Korsch 2013, 2022), Schweiz (Auderset Joye and Schwarzer 2012), Slowakei (Hindákova et al. 2022), Slowenien (Blaženčić et al. 2006b), Tschechien (Caisová und Gąbka 2009) und Ungarn (Németh 2005). Eine provisorische Rote Liste der europäischen Armleuchteralgen wurde von Stewart (2024a) erarbeitet.

3.5.1. Methodik und Kategorien der Rote-Liste-Einstufungen

Für die Gefährdungseinstufung der einzelnen Arten wurden die Kriterien „Aktuelle Bestandessituation“ (A), „Historische Bestandesentwicklung“ (B) und „Risikofaktoren“ (R) herangezogen (vgl. Hohla et al. 2009; Schratt-Ehrendorfer et al. 2022).

Die aktuelle Bestandessituation (A) für Österreich richtet sich nach folgendem Schema:

†	verschollen bzw. ausgestorben	keine Angaben in den letzten 40 Jahren
1	sehr selten	1 bis 20 rezente Angabe(n)
2	selten	21 bis 50 rezente Angaben
3	zerstreut	51 bis 180 rezente Angaben
4	mäßig verbreitet	181 bis 360 rezente Angaben

Die Bestandesentwicklung (B) für Österreich wurde bei den einzelnen Arten folgendermaßen eingeschätzt bzw. kategorisiert:

-2	Starker Rückgang
-1	Leichter Rückgang
0	Kein Rückgang erkennbar
+1	Art in Ausbreitung
?	Datenlage ungenügend

Die Risikofaktoren (R) beziehen sich auf die zukünftige Entwicklung der Arten in Österreich in den nächsten 10 bis 15 Jahren. Es gilt dabei:

+1	Keine Risikofaktoren erkennbar; die Art dürfte sogar häufiger werden
0	Keine Risikofaktoren erkennbar; die Verbreitung dieser Art dürfte sich kaum verändern
-1	Leichte Risikofaktoren erkennbar; eine künftige (weitere) Abnahme der Art wird vermutet
?	Datenlage ungenügend

Gefährdungskategorien der Roten Liste der Armleuchteralgen (Characeen) Österreichs:

RE	Die Art ist ausgestorben oder verschollen (Regionally Extinct)
RE?	Die Art ist vermutlich ausgestorben oder verschollen (Regionally Extinct)
CR	Die Art ist vom Aussterben bedroht (Critically Endangered)
EN	Die Art ist stark gefährdet (Endangered)
VU	Die Art ist gefährdet (Vulnerable)
NT	Vorwarnstufe (Near Threatened)
G	Gefährdung unbekannten Ausmaßes
LC	Ungefährdet (Least Concern)
DD	Datenlage unzureichend (Data Deficient)

Gefährdungsanalyse:

Die jeweiligen Gefährdungskategorien (für Österreich) lassen sich mit der unten abgebildeten Tabelle (Table 1) ermitteln.

Beispiel:

Chara braunii: Aktuelle Bestandessituation (A) = sehr selten (1); Bestandesentwicklung (B) = leichter Rückgang (-1); Risikofaktoren (R) = Keine Risikofaktoren erkennbar; die Art dürfte sogar häufiger werden (+1); diese Kombination ergibt für ganz Österreich die Gefährdungskategorie „EN" (starke Gefährdung).

Table 1. Schema zur Berechnung des Gefährdungsgrades anhand der Indikatoren **A** (Aktuelle Bestandessituation), **B** (Bestandesentwicklung) und **R** (Risikofaktoren).

Indikator A (Aktuelle Bestandessituation)	**Indikator B (Bestandesentwicklung)**	**Indikator R (Risikofaktoren)**			
		-1	**0**	**+1**	**?**
sehr selten (1)	-2	CR	EN	EN	CR
	-1	EN	EN	EN	CR
	0	VU	LC	LC	DD/G
	+1	VU	LC	LC	DD/G
	?	CR	LC	LC	DD/G
selten (2)	-2	EN	VU	VU	EN
	-1	VU	VU	VU	EN
	0	NT	LC	LC	DD/G
	+1	NT	LC	LC	DD/G
	?	EN	LC	LC	DD/G
zerstreut (3)	-2	VU	NT	NT	VU
	-1	NT	NT	NT	VU
	0	LC	LC	LC	DD/G
	+1	LC	LC	LC	DD/G
	?	VU	LC	LC	DD/G
mäßig verbreitet (4)	-2	NT	LC	LC	NT
	-1	NT	LC	LC	NT
	0	LC	LC	LC	LC
	+1	LC	LC	LC	LC
	?	LC	LC	LC	DD/G

3.5.2. Rote-Liste-Tabelle

Table 2. Rote-Liste-Einstufungen der Armleuchteralgen für Österreich, die Naturräume sowie die Bundesländer (**RE** ausgestorben oder verschollen, **CR** vom Aussterben bedroht, **EN** stark gefährdet, **VU** gefährdet, **NT** Vorwarnstufe, **G** Gefährdung unbekannten Ausmaßes, **LC** ungefährdet, **DD** Datenlage unzureichend; **AL** Alpengebiet, **BM** Böhmische Masse, **NV** Nördliches Vorland, **SV** Südliches Vorland, **PA** Pannonisches Gebiet; **B** Burgenland, **W** Wien, **N** Niederösterreich, **K** Kärnten, **St** Steiermark, **O** Oberösterreich, **S** Salzburg, **T** Tirol, **V** Vorarlberg).

Taxon	Ö	A	B	R	AL	BM	NV	SV	PA	B	W	N	K	St	O	S	T	V
Chara aculeolata	**EN**	1	-1	-1	EN	-	CR	-	EN	EN	-	EN	VU	RE	G	CR	CR	-
Chara aspera	**NT**	3	-1	-1	LC	-	EN	-	VU	NT	EN	VU	NT	NT	LC	LC	NT	NT
Chara baueri	**RE**	†	†	†	RE	-	-	-	-	-	-	-	RE	-	-	-	-	-
Chara braunii	**EN**	1	-1	+1	RE	EN	-	CR	EN	EN	RE	EN	RE	-	-	-	-	-
Chara canescens	**VU**	1	-1	0	-	-	-	-	VU	VU	-	RE	-	-	-	-	-	-
Chara connivens	**RE**	†	†	†	-	RE	-	-	-	-	-	RE	-	-	-	-	-	-
Chara contraria	**LC**	3	-1	0	LC	CR	NT	CR	NT	VU	NT	LC	LC	NT	LC	LC	LC	LC
Chara curta	**G**	1	?	?	G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	-	G	-
Chara dissoluta	**DD**	?	?	?	DD	-	-	-	-	-	-	-	DD	-	DD	-	DD	DD
Chara filiformis	**G**	1	?	?	G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	G	-	-
Chara globularis	**LC**	4	-2	0	LC	LC	LC	NT	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC
Chara gymnophylla	**G**	1	?	?	G	-	-	-	RE	-	?	RE	G	-	-	G	G	-
Chara hispida	**EN**	2	-2	-1	VU	-	CR	-	VU	VU	EN	EN	EN	CR	VU	CR	RE?	EN
Chara papillosa	**VU**	2	-1	0	VU	-	CR	-	CR	EN	CR	CR	NT	RE	LC	NT	CR	CR
Chara strigosa	**EN**	1	-1	-1	EN	-	RE	-	-	-	-	-	-	EN	VU	CR	VU	-
Chara subspinosa	**NT**	3	-1	-1	NT	-	VU	-	CR	-	CR	VU	CR	VU	NT	VU	VU	EN
Chara tenuispina	**VU**	1	-1	-1	RE	-	CR	-	VU	VU	-	RE	RE	-	-	CR	-	-
Chara tomentosa	**VU**	3	-2	-1	NT	-	CR	-	VU	NT	VU	CR	NT	CR	NT	NT	EN	?
Chara virgata	**NT**	3	-1	0	LC	CR	CR	-	EN	CR	CR	EN	LC	LC	LC	LC	VU	LC
Chara vulgaris	**LC**	4	-2	0	LC	LC	LC	NT	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC
Lychnothamnus barbatus	**CR**	1	-2	-1	CR	-	-	-	-	-	-	-	CR	-	-	-	-	-
Nitella capillaris	**CR**	1	-1	?	RE	CR	-	RE	CR	CR	RE	CR	RE	RE	RE	-	-	RE
Nitella confervacea	**G**	1	?	?	G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G
Nitella flexilis	**VU**	2	-1	-1	CR	VU	EN	?	CR	G	RE	VU	RE	?	NT	CR	CR	?
Nitella gracilis	**EN**	1	-1	-1	RE	RE	RE	-	VU	VU	RE	RE	RE	-	RE	-	-	-
Nitella hyalina	**RE**	†	†	†	RE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RE	RE
Nitella mucronata	**EN**	1	-1	0	CR	-	CR	RE	VU	CR	VU	RE	RE	RE	CR	CR	-	RE
Nitella opaca	**NT**	3	-1	0	LC	RE	VU	CR	EN	CR	VU	EN	LC	EN	LC	NT	VU	-
Nitella syncarpa	**VU**	2	-1	0	VU	-	CR	-	VU	-	VU	CR	EN	-	CR	CR	RE	NT
Nitella tenuissima	**G**	1	?	?	G	-	-	-	-	-	-	-	G	-	-	-	-	-
Nitella translucens	**RE**	†	†	†	-	-	-	-	RE	-	?	RE	-	-	-	-	-	-
Nitellopsis obtusa	**LC**	3	+1	+1	LC	-	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	-	LC
Sphaerochara prolifera	**CR**	1	-1	?	-	-	RE	-	CR	-	CR	CR	-	-	RE	-	-	-
Tolypella glomerata	**LC**	2	+1	0	LC	-	LC	-	LC	LC	LC	LC	LC	-	LC	LC	LC	-
Tolypella nidifica	**G**	1	?	?	-	-	-	-	G	G	-	-	-	-	-	-	-	-

3.5.3. Ergebnisse – Rote Liste der Characeen Österreichs

RE **(4 Arten; 11,4 %)** ausgestorben oder verschollen (Regionally Extinct): *Chara baueri*, *Chara connivens*, *Nitella hyalina*, *Nitella translucens*.

CR **(3 Arten, 8,6 %)** vom Aussterben bedroht (Critically Endangered): *Lychnothamnus barbatus*, *Nitella capillaris*, *Sphaerochara prolifera*.

EN **(6 Arten; 17,1 %)** stark gefährdet (Endangered): *Chara aculeolata*, *Chara braunii*, *Chara hispida*, *Chara strigosa*, *Nitella gracilis*, *Nitella mucronata*.

VU **(6 Arten; 17,1 %)** gefährdet (Vulnerable): *Chara canescens*, *Chara papillosa*, *Chara tenuispina*, *Chara tomentosa*, *Nitella flexilis*, *Nitella syncarpa*.

G **(6 Arten; 17,1 %)** Gefährdung unbekannten Ausmaßes: *Chara curta*, *Chara filiformis*, *Chara gymnophylla*, *Nitella confervacea*, *Nitella tenuissima*, *Tolypella nidifica*.

NT **(4 Arten; 11,4 %)** Vorwarnstufe (Near Threatened): *Chara aspera*, *Chara subspinosa*, *Chara virgata*, *Nitella opaca*.

LC **(5 Arten; 14,3 %)** ungefährdet (Least Concern): *Chara contraria*, *Chara globularis*, *Chara vulgaris*, *Nitellopsis obtusa*, *Tolypella glomerata*.

DD **(1 Art; 3 %)** Datenlage unzureichend (Data Deficient): *Chara dissoluta*.

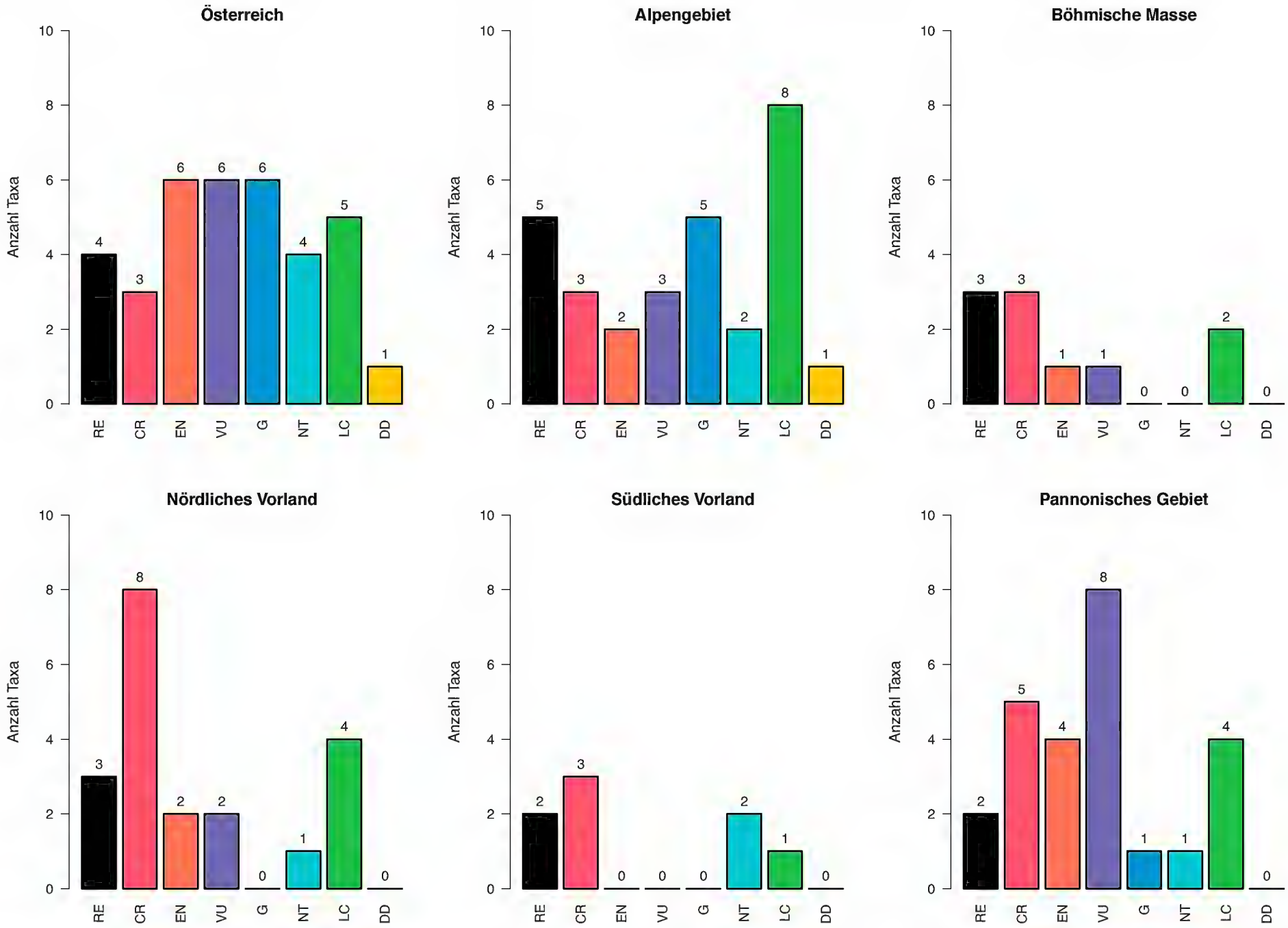


Figure 62. Anzahl der Characeen-Arten nach Rote-Liste-Einstufungen für Österreich und die einzelnen Naturräume; **RE** ausgestorben oder verschollen, **CR** vom Aussterben bedroht, **N** stark gefährdet, **VU** gefährdet, **G** Gefährdung unbekannten Ausmaßes, **NT** Vorwarnstufe, **LC** ungefährdet, **DD** Datenlage unzureichend.

In Summe liegt bei 25 von 35 Arten (71,4 %) der Armleuchteralgen in Österreich eine ± starke Gefährdung vor (RE, CR, EN, VU und G). Derzeit ohne Gefährdung (NT, LC und DD) sind nur 10 Arten (28,6 %) (Fig. 62)

Zum Vergleich einige Beispiele aus Nachbarländern: In Deutschland wurden 36 Armleuchteralgen-Arten nachgewiesen und sogar 81 % als in unterschiedlichem Ausmaß gefährdet angegeben (Korsch et al. 2013); in der Schweiz waren es 80 % ± gefährdete Arten (Auderset Joye and Schwarzer 2012) und in der Slowakei 84,1 % (Hindákova et al. 2022).

In der provisorischen Roten Liste der europäischen Armleuchteralgen (Stewart 2024a) werden 7 weitverbreitete ungefährdete Arten angeführt, zusätzlich 29 Arten, die zwar in manchen Ländern als gefährdet gelten, aber in anderen Ländern noch große Populationen aufweisen, sowie 16 Arten mit einer europaweit ± großen Gefährdung. Auf Basis der 63 in Europa festgestellten Arten ergibt dies 25,4 %; bei Mitberücksichtigung der in verschiedenen Ländern ± gefährdeten 29 Arten ergeben sich 71,4 %.

Bei den wasserlebenden Gefäßpflanzen (Farn- und Blütenpflanzen) sind es in Österreich etwas mehr als die Hälfte (51 %), die in unterschiedlichem Ausmaß gefährdet sind (Pall 2022 u. 2024). Im Vergleich dazu wurden bei den Gefäßpflanzen Österreichs 37 % ± gefährdete Arten ermittelt (Schratt-Ehrendorfer et al. 2022). Man kann also sagen, dass Armleuchteralgen in Österreich um ca. 21 %-Punkte stärker gefährdet sind, als wasserlebende Gefäßpflanzen und sogar um ca. 35 %-Punkte stärker gefährdet als die Gefäßpflanzen.

Auch um aquatische Habitate ist es in Österreich schlecht bestellt. Von den 92 Gewässer-Biotoptypen Österreichs sind 3 Biotoptypen unwiederbringlich verloren gegangen, 15 von völliger Vernichtung bedroht, 34 stark gefährdet und 18 Biotoptypen gefährdet. In Summe sind in Österreich also 76,1 % der Gewässer-Biotoptypen ± gefährdet (Essl et al. 2008). Zum Vergleich: die Gesamt-Biotoptypenliste Österreichs enthält 488 Biotoptypen; etwa drei Viertel der beurteilten Biotoptypen sind in eine Gefährdungskategorie eingereiht (UBA 2025a).

3.6. Auswertungen – Statistik

Markus Hofbauer und Michael Hohla

Die Daten der Characeen-Österreich-Datenbank (vgl. Kapitel 6) wurden nach verschiedenen Kriterien ausgewertet: nach der Intensität der Sammel- bzw. Beobachtungsaktivitäten in Österreich (Figs 62, 63), nach der Anzahl von Nachweisen in den Quadranten für Öster-

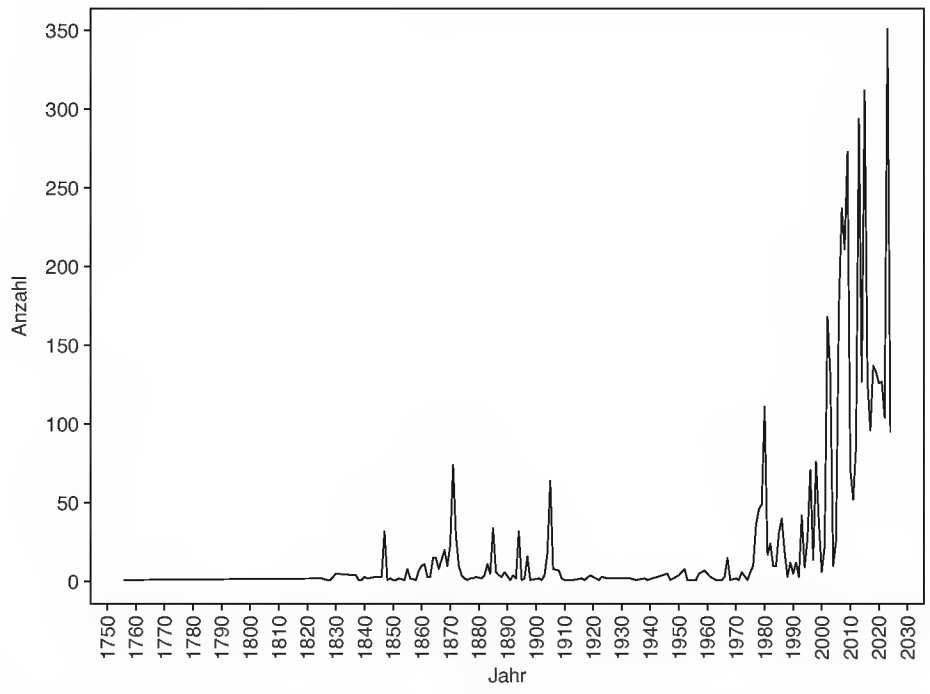


Figure 63. Statistik zu den Sammel- bzw. Beobachtungsaktivitäten in Österreich.

reich (Fig. 64A), nach der Höhenverbreitung (Fig. 64B), nach Naturräumen (Figs 65, 66), nach Lebensräumen (Fig. 68) und nach der Biodiversität (Fig. 69).

Erkenntnisse

1. Es wurden in der Characeen-Österreich-Datenbank 7.577 Datensätze erstellt, die sich aus 3.718 Belegdaten, 2.683 Literaturdaten und 1.176 Daten aus sonstigen Quellen zusammensetzen (Studien, Fundlisten, Datenbanken) (vgl. Kapitel 6).
2. Bereits heute wurden für das 21. Jahrhundert schon so viele Characeenvorkommen erhoben wie nie zuvor (Figs 63, 64). Ursache dafür sind vor allem die Seenuntersuchungen aufgrund der WRRL, aber auch die intensiven Aktivitäten im Rahmen dieses Projektes.

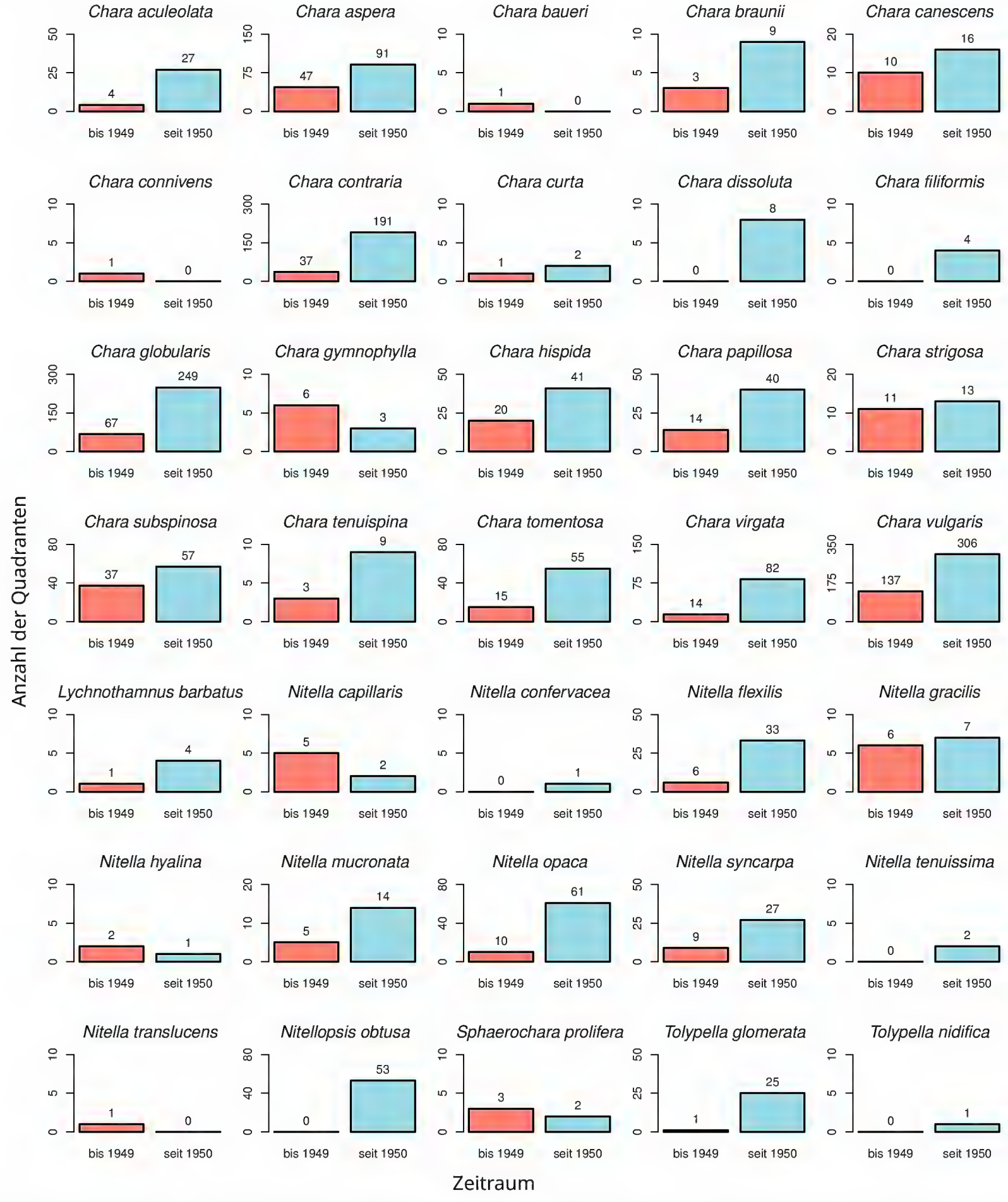


Figure 64. Anzahl der Beobachtungen der einzelnen Characeenarten in Österreich – Vergleich der Zeiträume bis 1949 (rot) und seit 1950 (blau). Beachte die unterschiedliche Skalierung der y-Achse.

3. Es wurden bis dato in Österreich 35 Armleuchteralgen-Arten nachgewiesen (im Vergleich dazu: Deutschland: 36 Arten, Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands 2016; Schweiz: 25 Arten, Auderset Joye and Schwarzer 2012; Tschechien: 26 Arten, Caisová and Gąbka 2009). Alle diese Arten sind hier heimisch. Bisher konnte in Österreich keine neophytische Art nachgewiesen werden, was für diese Artengruppe aber nicht ungewöhnlich ist. Als fraglich wurden für Österreich 3 Arten eingestuft: *Chara baltica*, *Sphaerochara canadensis* und *Sphaerochara intricata*. Dabei handelt es sich um unbelegte bestimmungskritische Literatur- und Kartierungsangaben.
4. Armleuchteralgen treten nur begrenzt in potentiell geeigneten Lebensräumen auf. So wurden Characeen in Österreich nur in etwa einem Viertel aller Quadranten (26,0 %) festgestellt. Die unterschiedlichen ökologischen Ansprüche der Arten spiegeln sich in den jeweiligen Verbreitungskarten wider. Dies zeigt sich vor allem bei Arten, die ± an saure Standorte gebunden sind (z. B. *Chara braunii*, *Nitella flexilis*) oder diese meiden (z. B. *Chara contraria*, *Ch. strigosa*, *Ch. subspinosa*, *Nitella opaca*). Noch deutlicher ist dies bei *Chara canescens* zu erkennen, die ausschließlich an Salzstandorten anzutreffen ist.
Die Zahlen dazu: Characeen wurden in Österreich in 682 (von 2.621) Quadranten nachgewiesen, d. s. 26,0 %. Die Ergebnisse in den einzelnen Naturräumen: Alpen: in 404 (von 1.975) Quadranten, d. s. 20,5 %; Böhmische Masse: in 39 (von 350) Quadranten, d. s. 11,1 %; Nördliches Vorland: in 115 (von 288) Quadranten, d. s. 39,9 %; Pannonisches Gebiet: in 129 (von 402) Quadranten, d. s. 32,1 %; Südliches Vorland in 14 (von 241) Quadranten, d. s. 5,8 %.

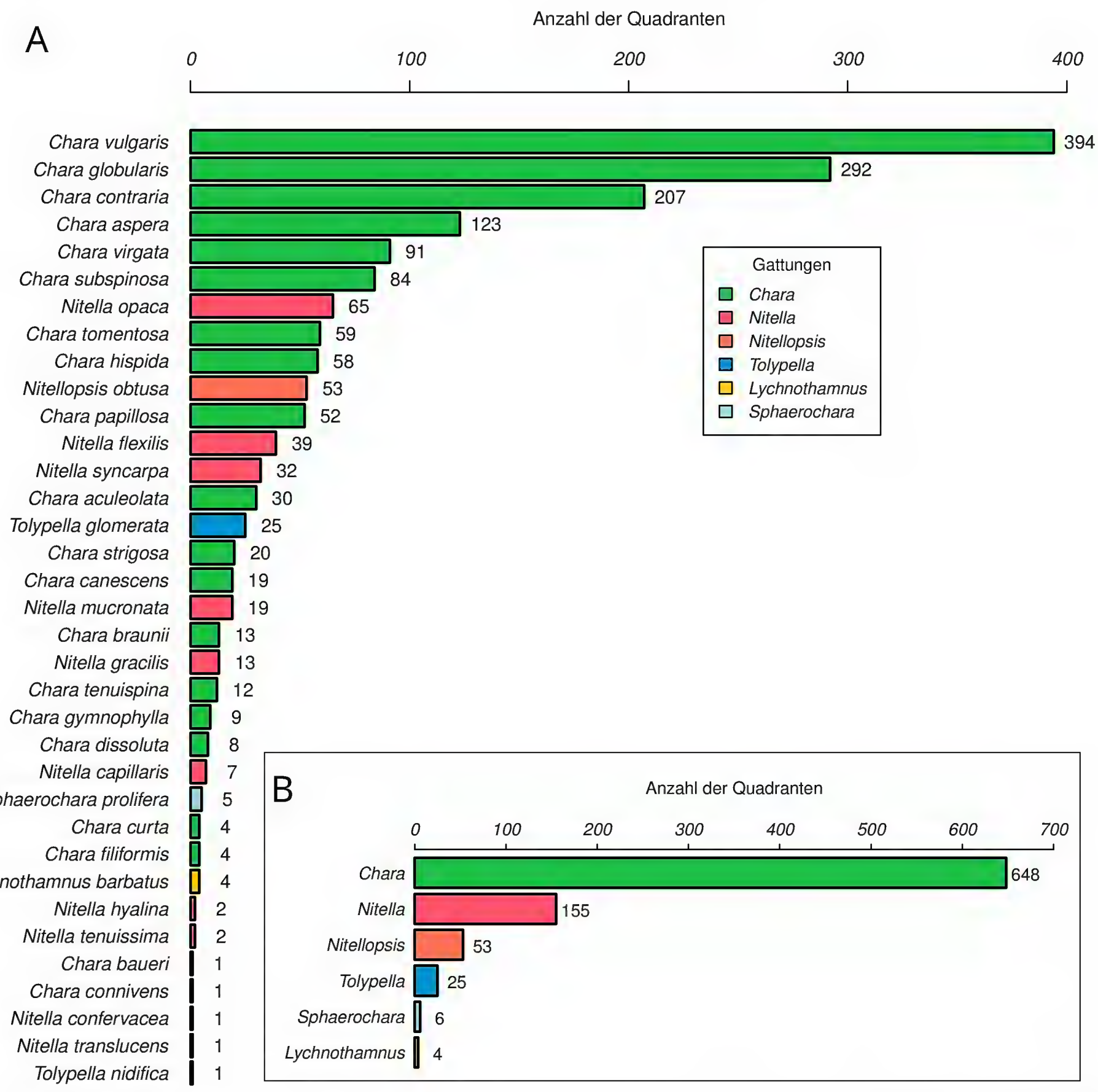


Figure 65. A. Anzahl der Quadranten, in denen die einzelnen Characeenarten in Österreich nachgewiesen wurden, sortiert nach deren Häufigkeit; **B.** Anzahl der Quadranten in denen die Gattungen in Österreich nachgewiesen wurden.

5. Die Arten der Gattung *Chara* dominieren in Österreich deutlich gegenüber anderen Gattungen: *Chara* (in 647 von 2.621 Quadranten), *Lychnothamnus* (in 4 Quadranten), *Nitella* (in 155 Quadranten), *Nitellopsis* (in 53 Quadranten), *Sphaerochara* (in 6 Quadranten) und *Tolypella* (in 25 Quadranten) (Figs 65, 71–76).
6. Die Hotspots der Characeenvorkommen in Österreich sind der Bodensee, das Salzkammergut, die Kärntner Seen, die Donauauen um Wien und der Seewinkel mit dem Neusiedler See. Den höchsten Characeen-Artenreichtum gibt es in Kärnten in der Gegend von Klagenfurt, in den Seen des oberösterreichischen Salzkammergutes und in den Gewässern der Lobau (vgl. Figs 69, 70).
7. Die Hotspots der Vorkommen könnten teilweise auch auf fehlende Kartierungen in anderen Gebieten erklärbar sein. Es gibt in Österreich Regionen, in denen Kartierungslücken vorliegen, wie etwa in der Mittel- und Südsteiermark, generell im Südlichen Vorland, im niederösterreichischen Mostviertel und im Südburgenland (vgl. Figs 69, 70). In Tirol südlich des Inns, also vom Paznaun bis zum Zillertal sowie in Osttirol, im Salzburger Lungau und im westlichen Pongau sowie in der Weststeiermark dürfte dieser Mangel an Nachweisen auch eng im Zusammenhang mit den silikatischen Gneisen und kristallinen Schiefern der Zentralalpen stehen. Ähnliches gilt für

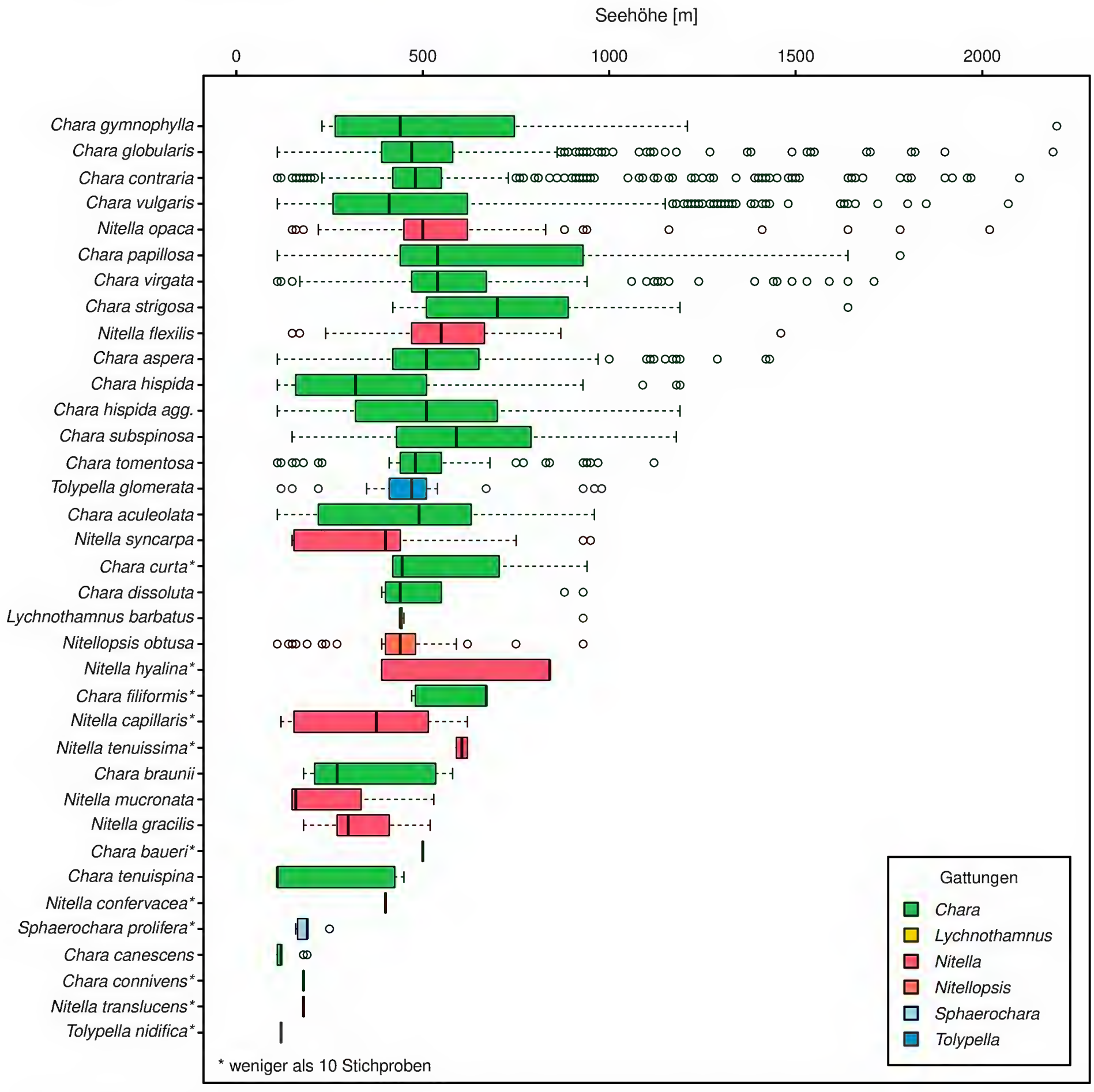


Figure 66. Höhenverbreitung der einzelnen Characeenarten in Österreich in Form eines Box-Plot-Diagramms. Die Boxen stellen jeweils 50% der Werte dar, die Linien in den Boxen den Median, die Antennen (gestrichelte Linien) die Spannweite der Daten, wobei diese in jede Richtung maximal das 1,5-fache der Länge der Box beträgt. Die Punkte außerhalb stellen Extremwerte bzw. Ausreißer dar.

die mangelnde Dichte an Nachweisen in der Böhmischen Masse (Sauwald, Mühl- und Waldviertel).

8. Einige wenige Arten kommen in Österreich in einer Seehöhe von über 2.000 Metern vor (Fig. 66). Es sind dies: *Chara globularis* (bis auf 2.190 m s. m.); *Chara contraria* (bis auf 2.110 m s. m.); *Chara vulgaris* (bis auf 2.070 m s. m.); *Nitella opaca* (bis auf 2.020 m s. m.).

9. Die größte Anzahl an Characeen kommt unter 1.000 m Seehöhe vor (vgl. Fig. 66), was auf mehrere Ursachen zurückzuführen sein dürfte. Die Mehrzahl der Gewässer ist unterhalb dieser Seehöhe anzutreffen (Seen, Auen, Flüsse, ...); in höheren Regionen ist die Vegetationsperiode kürzer; Temperaturen sind dort niedriger; die Fließgeschwindigkeit in den höherliegenden Bächen ist zu

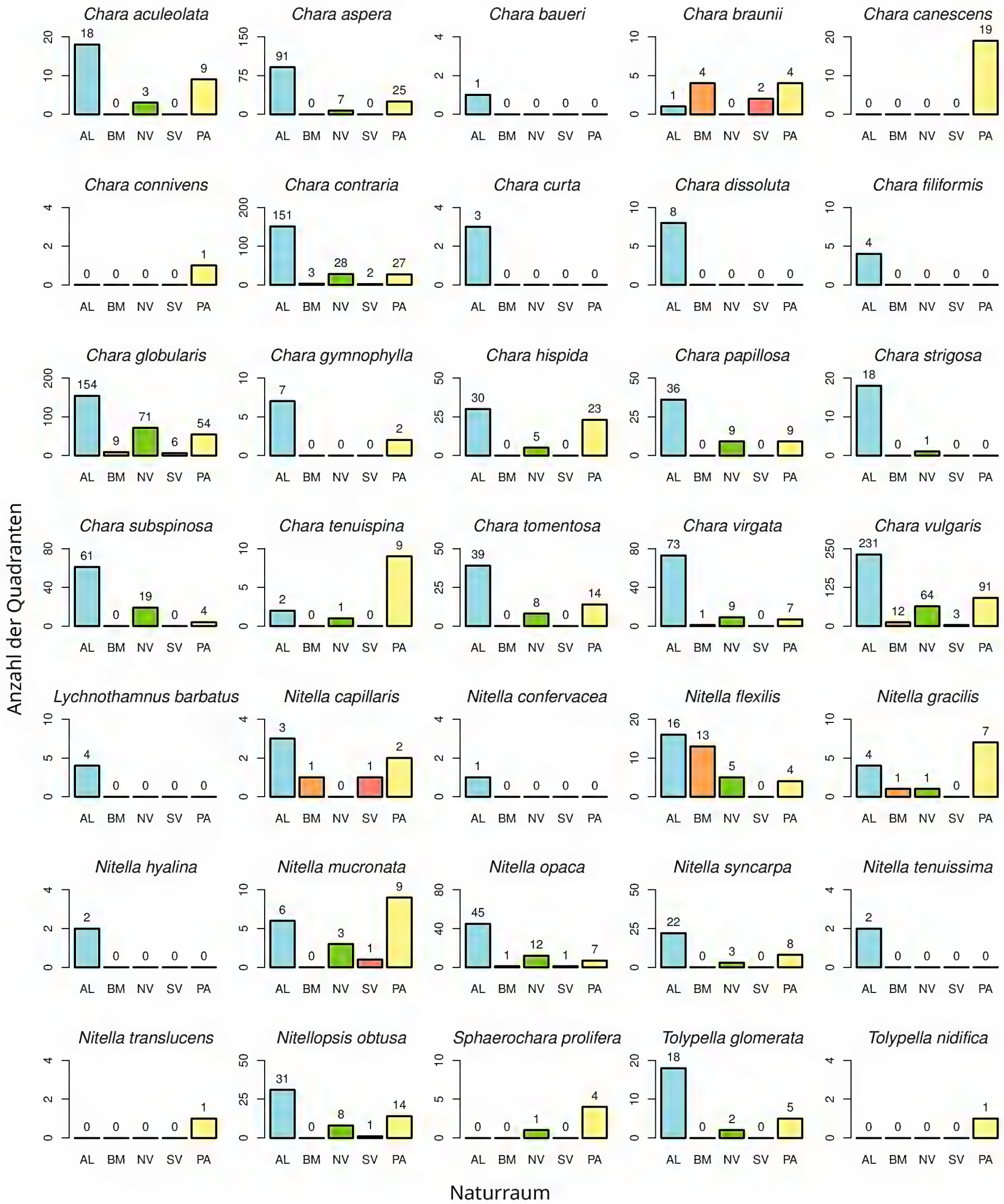


Figure 67. Anzahl der Quadranten, in denen die einzelnen Characeenarten in den jeweiligen Naturräumen nachgewiesen wurden; **AL** = Alpengebiet; **BM** = Böhmische Masse; **NV** = Nördliches Vorland; **SV** = Südliches Vorland; **PA** = Pannonisches Gebiet. Beachte die unterschiedliche Skalierung der y-Achse.

stark; Verbreitungsvektoren wie Wasservögel sind seltener > 1000 m Seehöhe anzutreffen; für die Besiedelung von erst relativ jung entstandenen Gletscherseen war die Zeitspanne zu kurz; die gezielte Nachsuche nach Characeen ist in hochliegenden Alpenbereichen viel mühsamer und zeitaufwändiger, was zu Kartierungslücken führt.

10. Die drei häufigsten Characeen-Arten sind Vertreter der Gattung *Chara*: *Ch. vulgaris* (in 394 von 2.621 Quadranten), *Ch. globularis* (in 292 von 2.621 Quadranten), *Ch. contraria* (in 292 von 2.621 Quadranten); alle drei haben ± gemeinsam, dass sie geringe Standortsansprüche haben (euryöke Arten) und damit verschiedenste Lebensräume besiedeln. Bei der häufigsten Art *Ch. vulgaris* sind Kleingewässer das meistbesiedelte Habitat, bei den anderen beiden Arten sind es Seen. Alle drei sind auch noch in größeren Seehöhen anzutreffen als anderen Arten (vgl. Fig. 65).

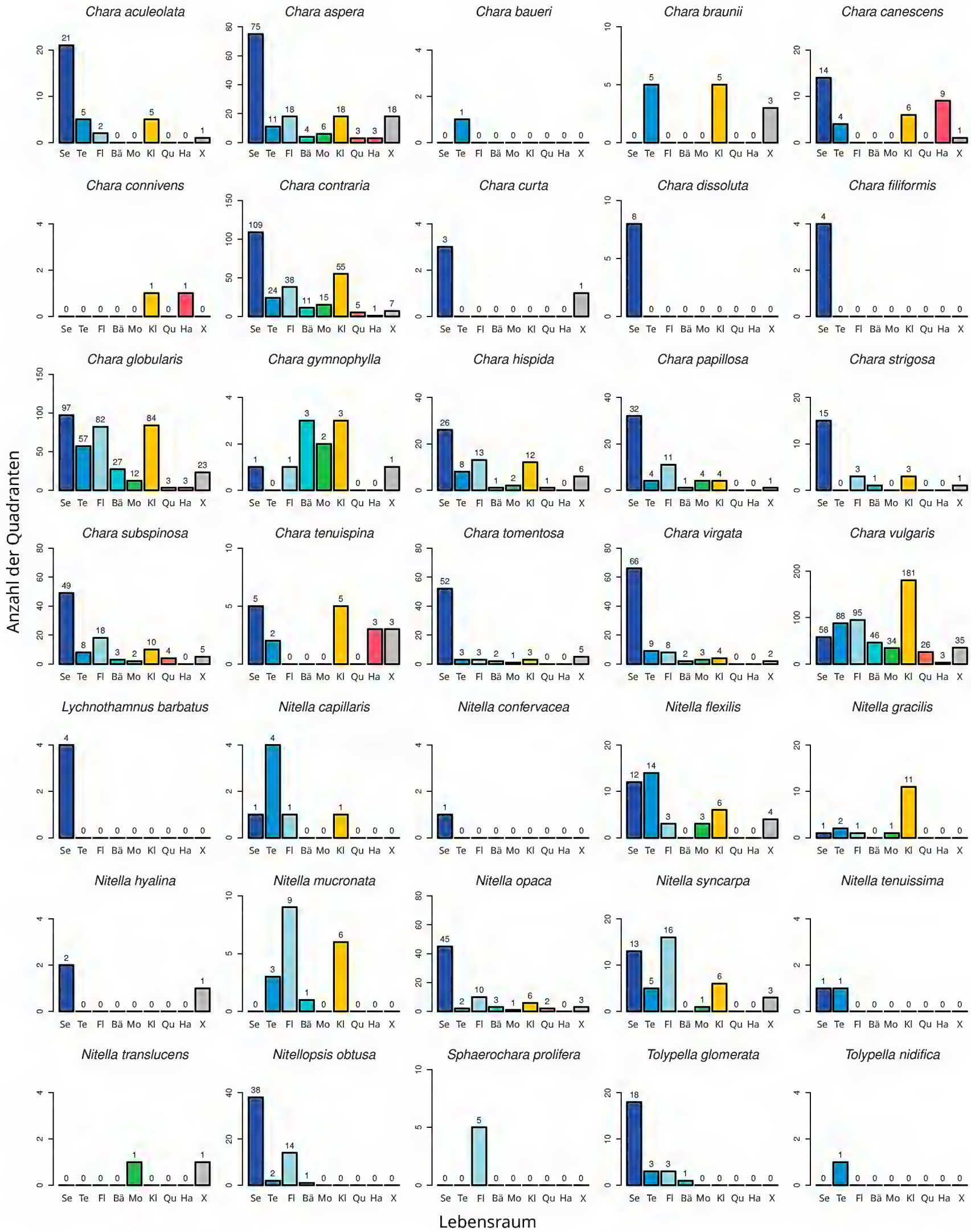


Figure 68. Anzahl der Beobachtungen der einzelnen Characeenarten in den jeweiligen Lebensräumen; **Se** = Seen; **Te** = Teiche; **Fl** = Flusssysteme; **Bä** = Bäche; **Mo** = Moore; **Kl** = Klein- und Kleinstgewässer; **Qu** = Quellen; **Ha** = salzbeeinflusste Lebensräume; **X** = Angaben nicht möglich.

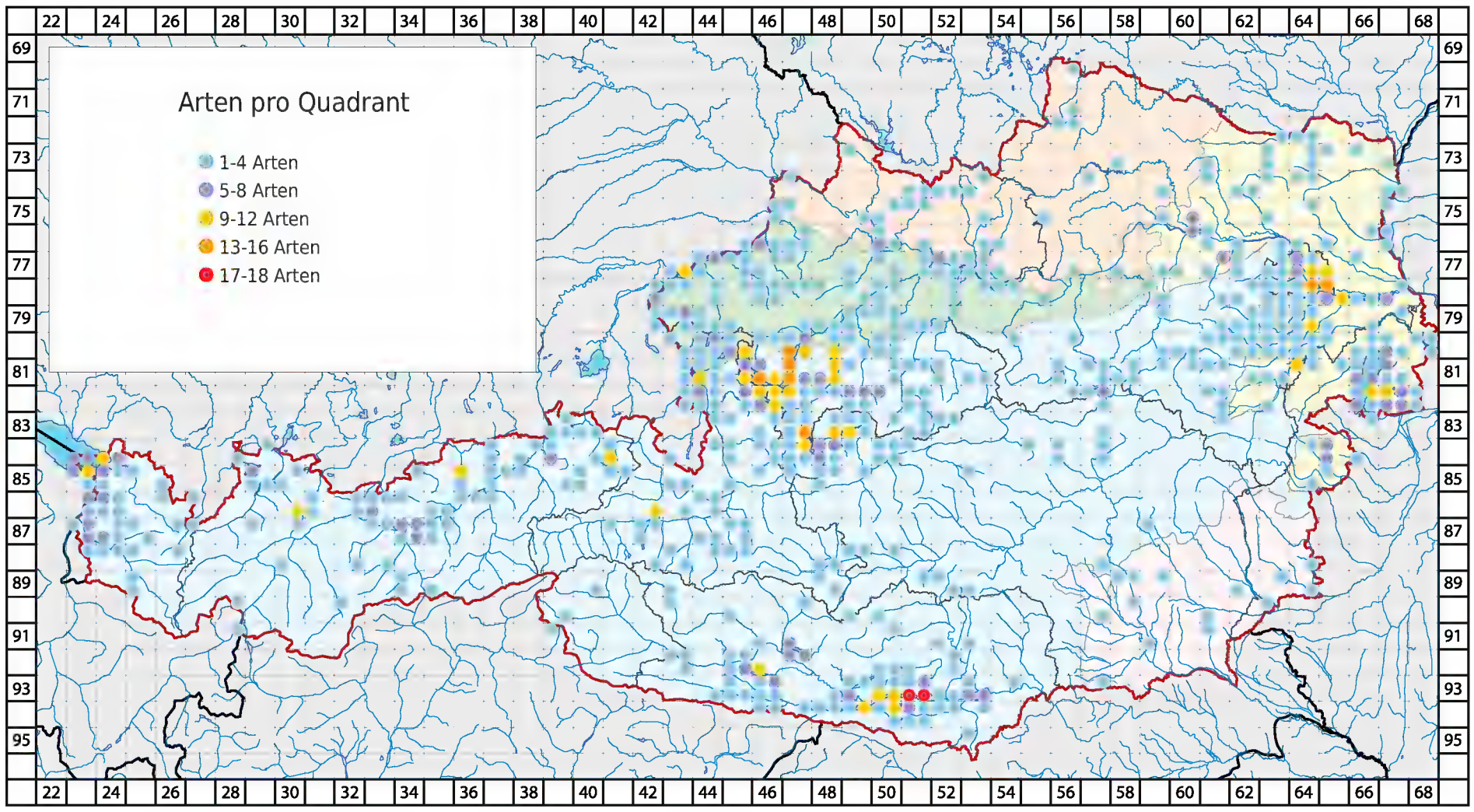


Figure 69. „Hotspot-Karte" – Vorkommen von Characeenarten pro Quadranten; die meisten Arten (17 bzw. 18) wurden in Kärnten bei Klagenfurt beobachtet. Weitere Hotspots sind das oberösterreichische Salzkammergut und die Donauauen der Lobau in Wien.

11. Beim Vergleich der Naturräume fällt auf, dass das Nördliche Vorland die größte nachgewiesene Characeendichte besitzt (vgl. Fig. 70). Dies ist eventuell ein Effekt der intensiven Kartierungen für die Rote Liste der Characeen Oberösterreichs (Hohla and Gregor 2011a). Aber auch in Bayern ist das Vorland das Gebiet mit der höchsten Characeendichte (Korsch et al. 2011). Characeen kommen im Nördlichen Vorland in 39,9 % aller Quadranten vor, gefolgt vom Pannonischen Gebiet (32,1 %), von den Alpen (20,5 %), von der Böhmischen Masse (11,1 %), das Schlusslicht wird durch das Südliche Vorland (5,8 %) gebildet. Der Durchschnitt für gesamt Österreich liegt bei 26,0 %.

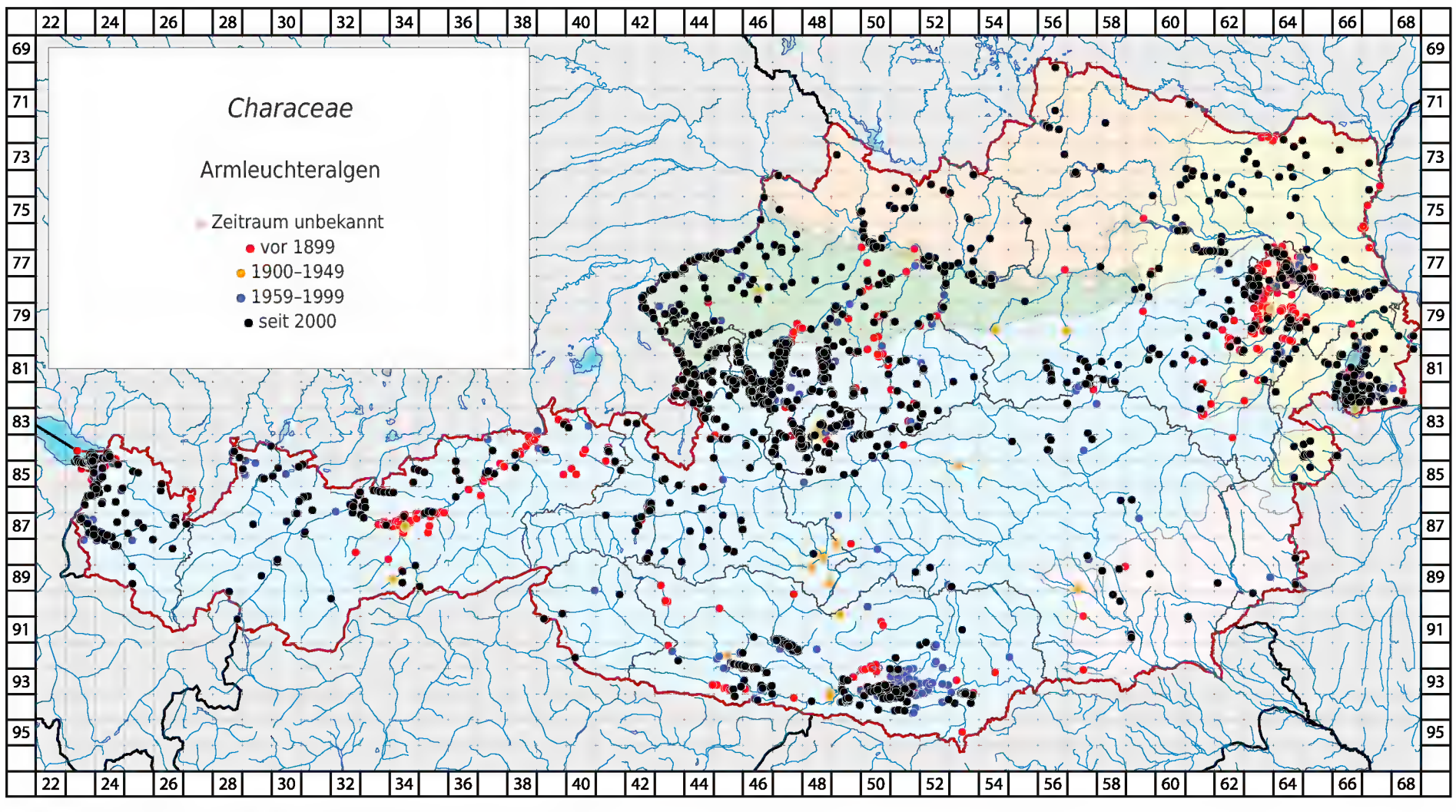


Figure 70. Verbreitung der Characeae in Österreich.

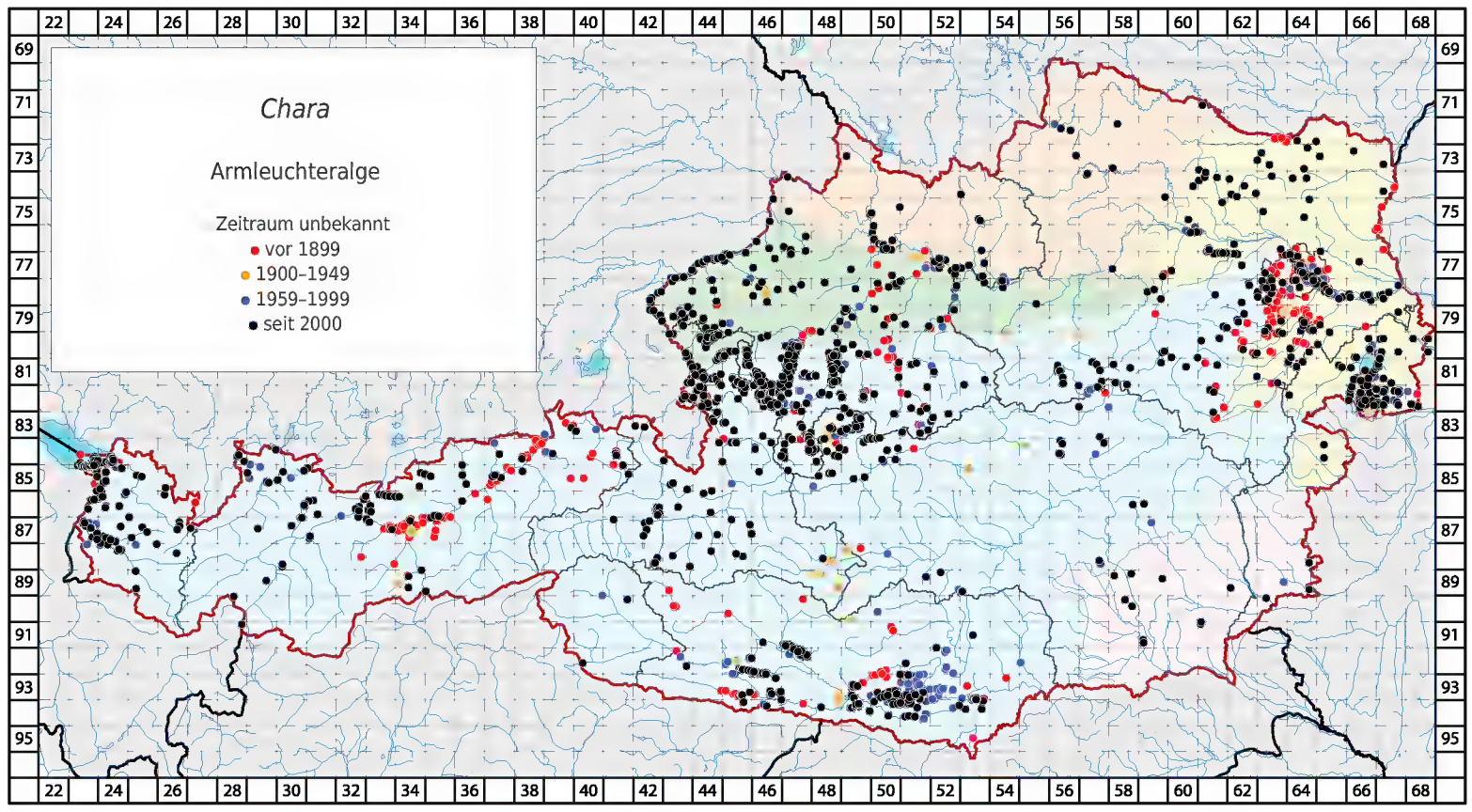


Figure 71. Verbreitung der Gattung *Chara* in Österreich.

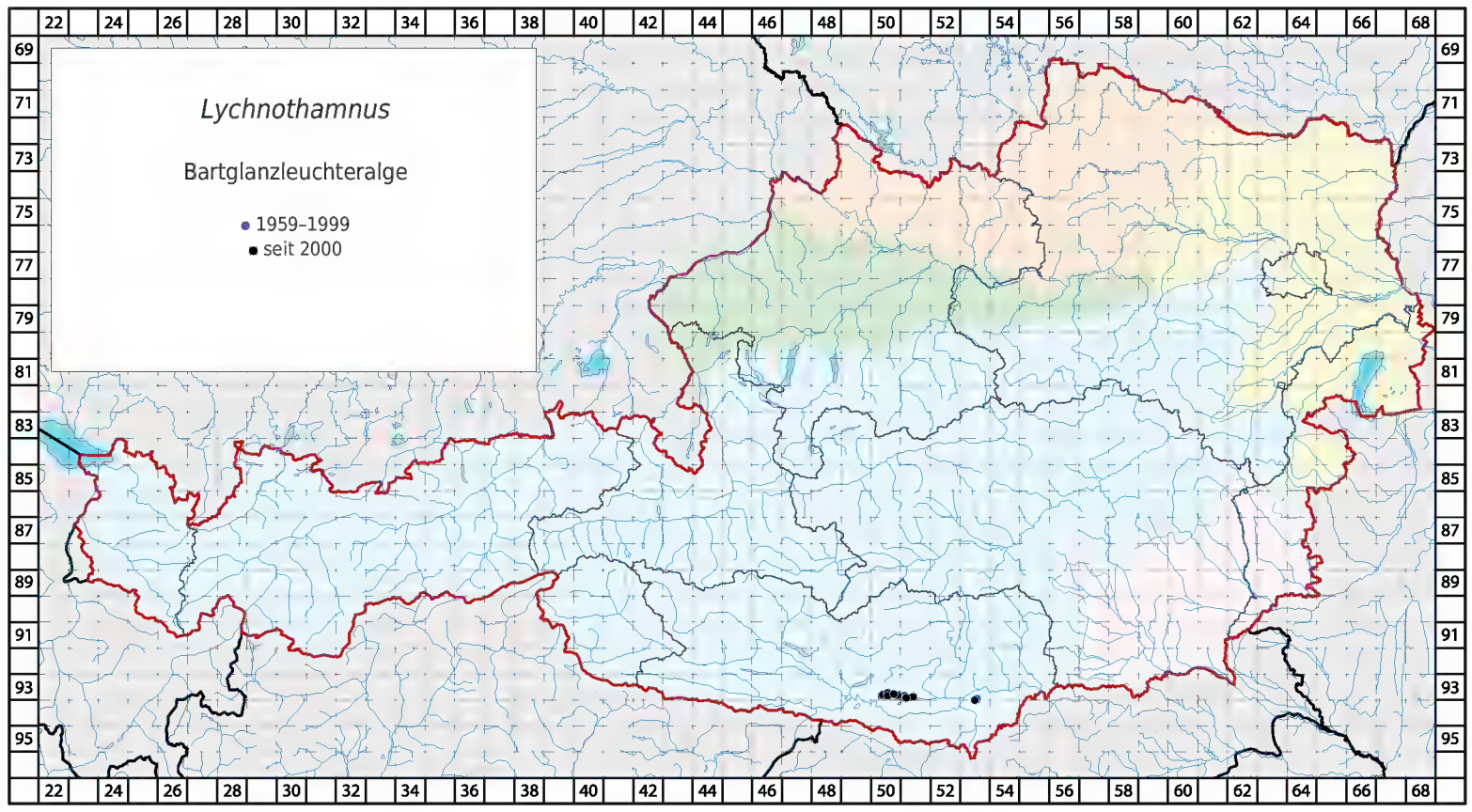


Figure 72. Verbreitung der Gattung *Lychnothamnus* in Österreich.

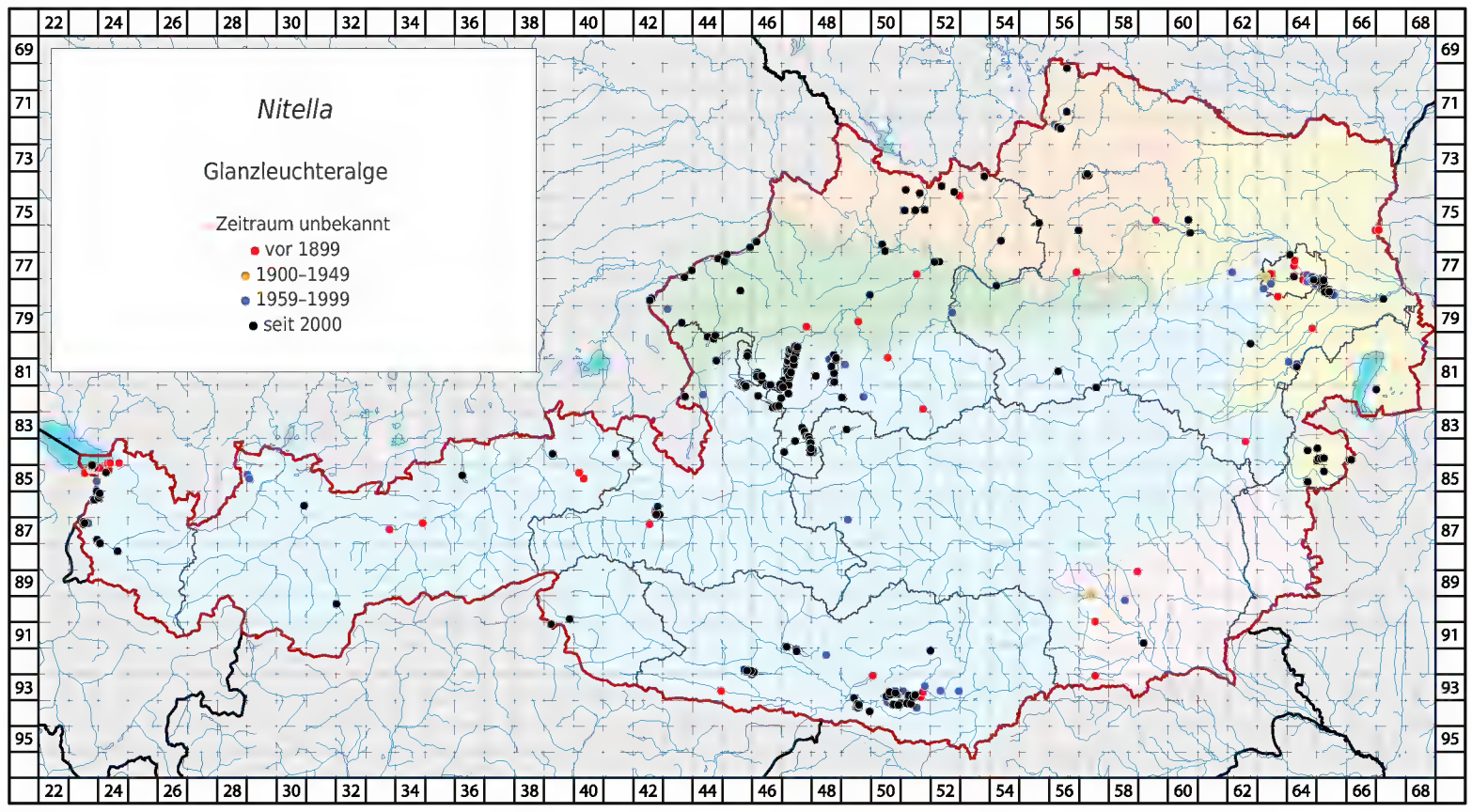


Figure 73. Verbreitung der Gattung *Nitella* in Österreich.

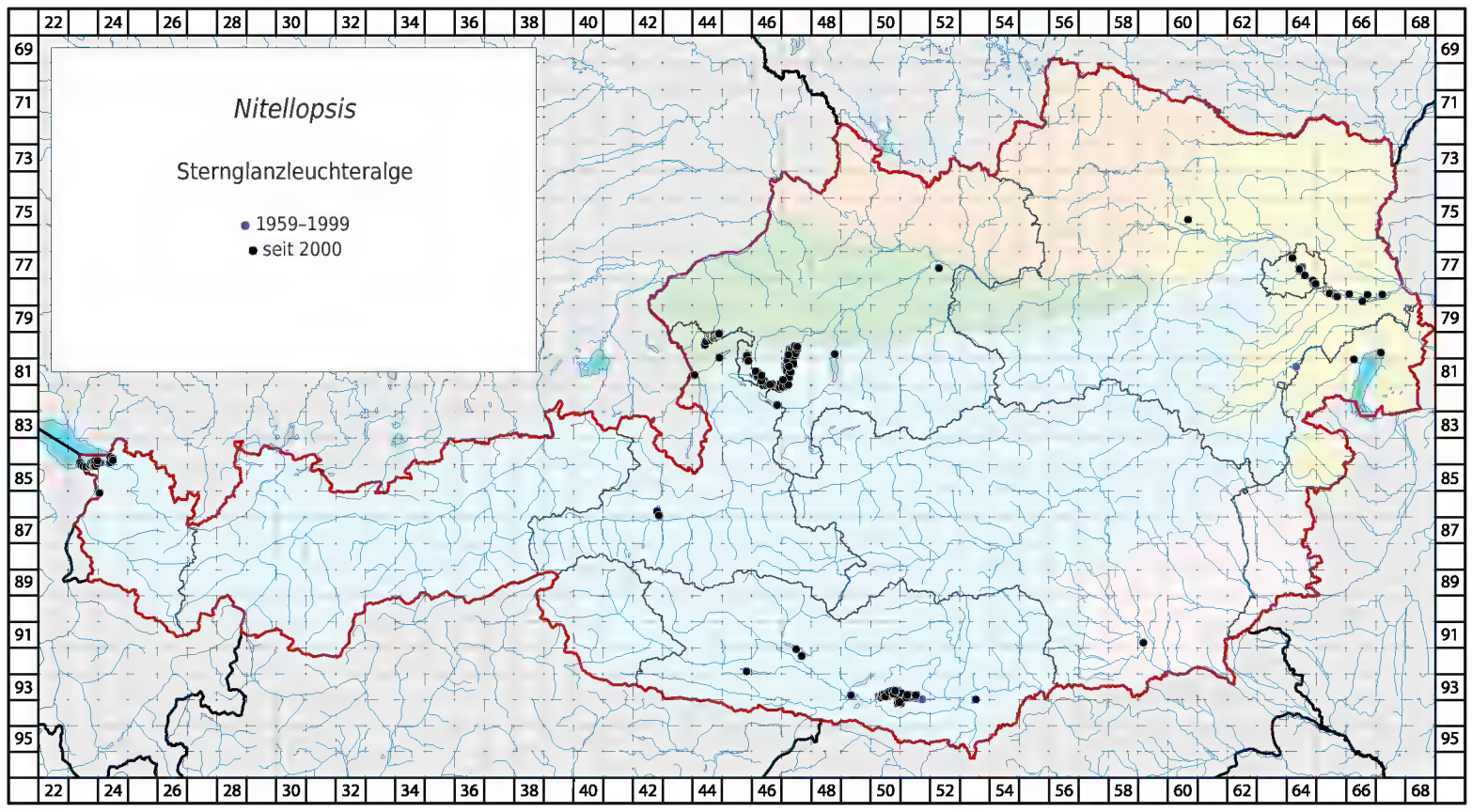


Figure 74. Verbreitung der Gattung *Nitellopsis* in Österreich.

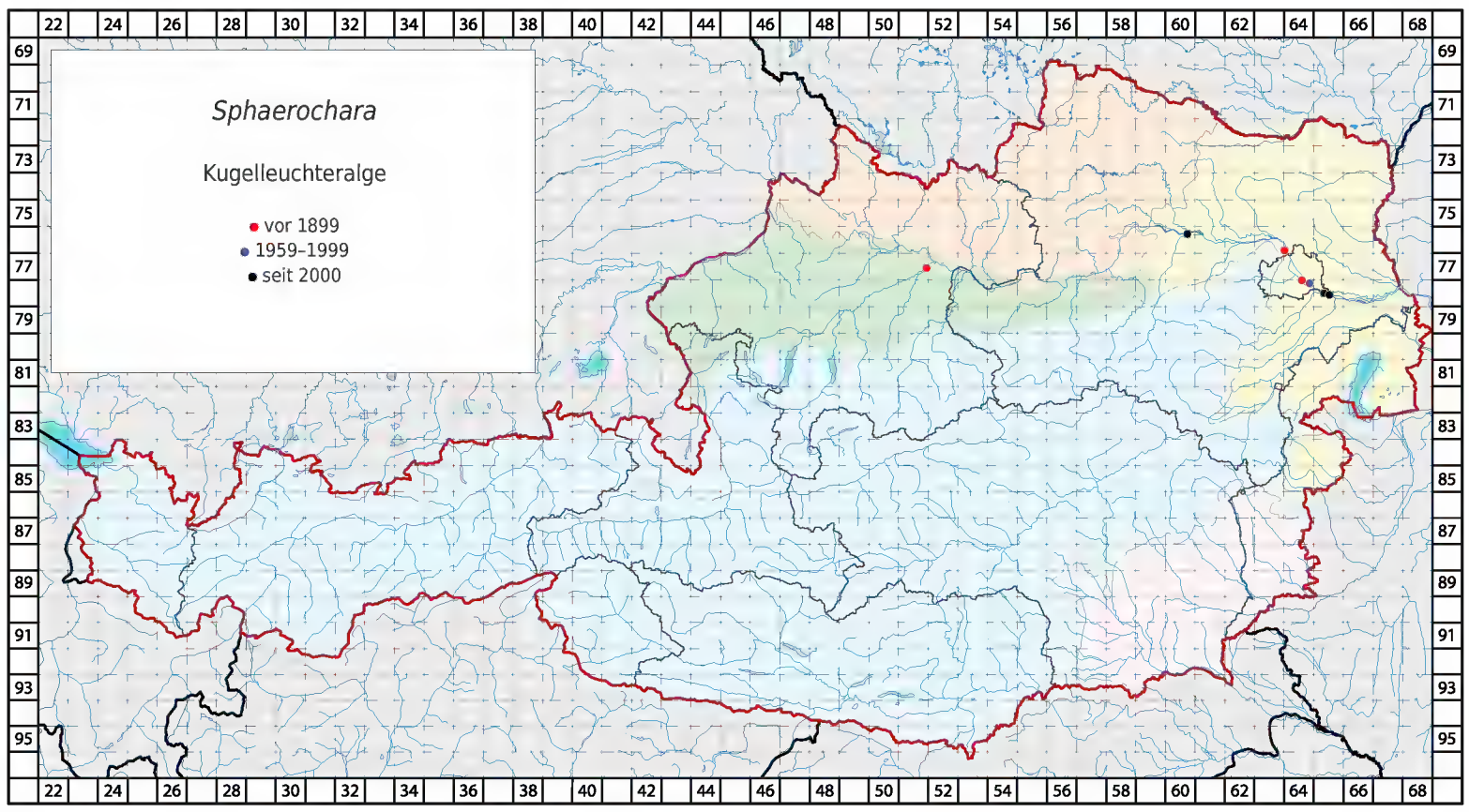


Figure 75. Verbreitung der Gattung *Sphaerochara* in Österreich.

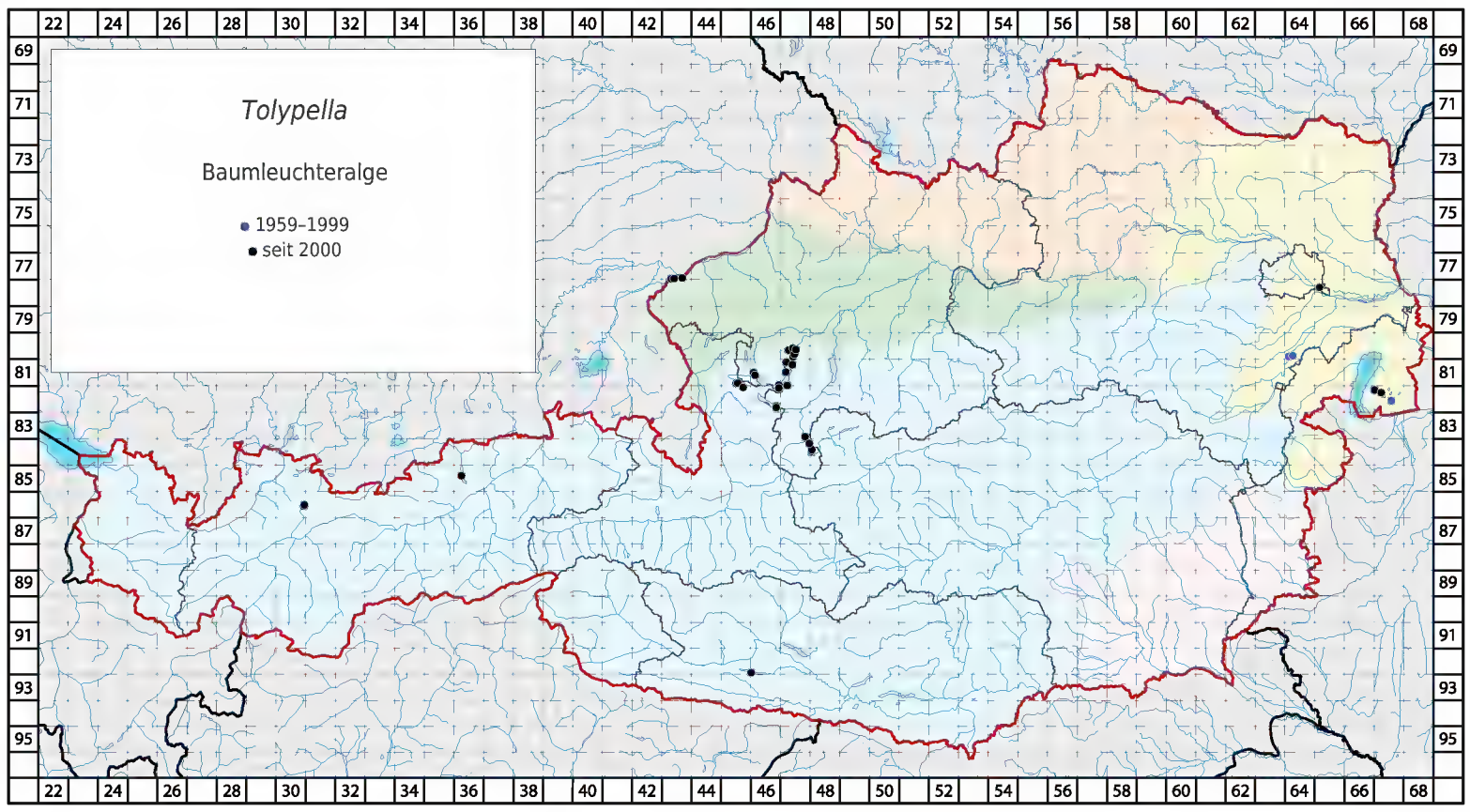


Figure 76. Verbreitung der Gattung *Tolypella* in Österreich.

3.7. Checkliste – Artenporträts mit Punkt-Verbreitungskarten

Michael Hohla (mit Verbreitungskarten von Markus Hofbauer)

Chara aculeolata Kütz. / Vielstachel-Armleuchteralge

Synonym: *Chara polyacantha* A.Braun
Verbreitung: B, N†, K, St†, O, S, T
Naturräume: AL, NV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: EN (stark gefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 960 m s. m.

Morphologie: Die Vielstachel-Armleuchteralge ist eine mittelgroße bis große (10 bis 25 cm, max. 150 cm), monözische Pflanze, die vor allem durch den dichten Stachelbesatz auffällt. Die Stacheln stehen im oberen Sprossabschnitt in Gruppen zu 3 bis 5 und haben eine Länge bis zum Dreifachen des Sprossdurchmessers. In diesem Bereich verdecken die Stacheln die Rindenzellen oft völlig.

Ökologie und Bestandsentwicklung: *Chara aculeolata* ist vor allem in oligo- bis mesotrophen Gewässern anzutreffen. Dass diese Art auch in mäßig nährstoffreichen Gewässern wächst, zeigen die Bestände im Badesee Liefering in der Stadt Salzburg (s. u.) oder das verschollene Vorkommen in einem Karpfenteich in Aussee (s. u.). Einige historische Vorkommen existieren heute nicht mehr, dies weist auf Rückgänge dieser Art hin.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(B) Selten; im Neusiedler See (Pall et al. 2013a), im Apetloner Badesee und in Lacken des Seewinkels (z. B. K.-G. Bernhardt, 2014 bis 2023, Herbar Bernhardt) und im Neufelder See (z. B. Pichler 1996; Pichler 1997; D. Reich & R. Sander, 2015, WU; B. Turner, 2021, Herbar Bernhardt).
(N) Selten; im Schneidergrabensee (K. Pall, 2013, K. Pall, Fotobeleg), im Blahasee (K. Pall, 2021, K. Pall, Fotobeleg), Tulln, Teich auf dem Gelände der „Garten Tulln“ (D. Reich u. R. Sander, 2022, JACQ). – In Gräben bei Moosbrunn (H. W. Reichardt, 1860, W) verschollen.
(K) Zerstreut; rezent in den Kärntner Seen (Holzner et al. 1978–1980; Berger and Schagerl 2004; Prochinig 2023b, 2025, KIS).

Figure 77. *Chara aculeolata*, im Weißensee, Kärnten, 5.8.2010 (Foto: K. van de Weyer).

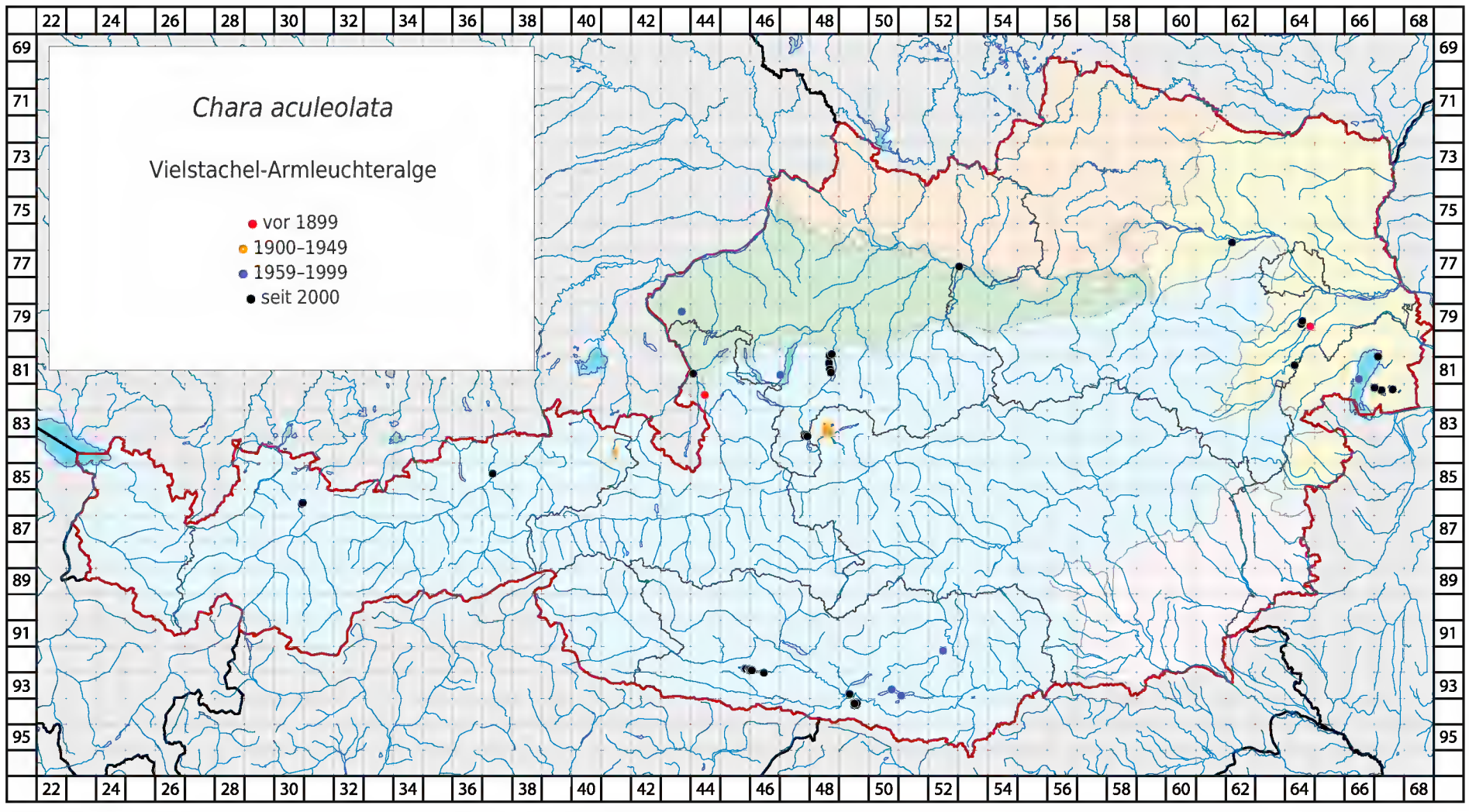


Figure 78. Verbreitung von *Chara aculeolata* in Österreich.

(St) Verschollen; in einem Karpfenteich in Aussee (K. Rechinger, 1946, W).
(O) Selten; im Egelsee bei Attersee (Holzner et al. 1978–1980), im Hallstätter See (Pall et al. 2020b), im Traunsee (Pall et al. 2023) und in Enns nahe der Ennsmündung (F. Essl, 2022, LI). – In Tümpeln am Häretinger See im Ibmermoorgebiet (Herb. Stockhammer, 1951, LI, vgl. Hohla and Gregor 2011a; Hohla 2022) verschollen.
(S) Sehr selten; in der Stadt Salzburg im Badesee Liefering (P. Pilsl, 2022, Herbar Pilsl, Hohla and Diewald 2024). – In Goldenstein, heute Elsbethen, S der Stadt Salzburg (J. Gries, s. d. [1808–1865], LI) verschollen.
(T) Selten; im Fernsteinsee (V. Krautkrämer & S. Oldorff, 2018), im Samarangersee (V. Krautkrämer & S. Oldorff, 2018) und im Reintalersee (Rott et al. 2007). – Im Pillersee (F. Vollmann, 1911, M) verschollen.

Chara aspera Willd. / Rau-Armleuchteralge

Verbreitung: alle Bundesländer
Naturräume: AL, NV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Klein- und Kleinstgewässer, Moore, salzbeeinflusste Lebensräume
Gefährdung: NT (Vorwarnstufe)
Gefährdungsursachen: Nährstoffeintrag, Lebensraumvernichtung, Fischbesatz, Austrocknung, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 1430 m s. m.

Morphologie: *Chara aspera* ist eine kleinwüchsige (5 bis 15 cm, max. 70 cm), zweihäusige Art, die durch dünne, fast fädliche, meist gewundene Sprosse und die oft langen und auffälligen, einzeln stehenden Stacheln charakterisiert ist.

Variabilität: Morphologische Abweichungen sind bei *Ch. aspera* häufig. In der Vergangenheit wurden viele Varietäten bzw. Formen unterschieden. Migula (1897) führt allein 44 solcher untergeordneten Taxa an.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Rau-Armleuchteralge ist eine typische Flachwasserart. Sie stellt hohe Ansprüche an die Wasserqualität. In den oligo- bis mesotrophen Seen des Salzkammergutes (z. B. Attersee, Fuschlsee, Gosausee, Hallstätter See, Langbathseen, Großer Ödsee) ist sie stellenweise die häufigste Armleuchteralgenart (Pall et al. 2010a; Hohla and Gregor 2011a; Pall et al. 2016; Hohla and Diewald 2024). Insgesamt ist jedoch ein Rückgang aufgrund von Eutrophierung zu erkennen, wie eine Reihe historischer Angaben aus Tirol zeigt, wo die Art in jüngster Zeit nicht mehr nachgewiesen wurde. Starke Rückgänge gab es aus diesem Grund auch im Bodensee in den 1970er und 1980er Jahren (Schmieder 1998). Ebenso fehlt sie heute in den Lacken des Wiener Praters, wie eine Nachsuche 2023 ergab (M. Hohla, unveröff.). Generell seltener ist die Art im Nördlichen Vorland. Im Seewinkel kommt die Rau-Armleuchteralge im Neusiedler See, in den Salzlacken und in anderen salzbeeinflussten Stillgewässern vor (s. u.).

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(B) Zerstreut; rezent im Neusiedler See (K. Mergl, 1903, BRA; Pall et al. 2013a), in mehreren Salzlacken und kleineren Seen des Seewinkels (z. B. W. Krause, 1977, Herbar Krause/Iffeldorf; K.-G. Bernhardt, 2019, Herbar Bernhardt), im Neufelder See (z. B. Pichler 1997, D. Reich & R. Sander, 2015, WU), in einem Schotterteich in Neudörfl (Berger and Schagerl 2004) sowie in Teichen im Mittelburgenland (U. Raabe, 2024).
(W) Selten; in der Lobau im Kühwörther Wasser (Baart 2016). – In den Gewässern des Praters (Reuss 1873) und wahrscheinlich auch in der Alten Donau (H. Neumeier, 1925, JE; Löffler 1988) verschollen.
(N) Selten; in künstlichen Kleingewässern entlang der Westbahn im Tullnerfeld (Bernhardt et al. 2017; Eichinger 2020). – In den Gruben an der Bahn bei Mödling (z. B. Reuss 1873), im See bei Schönau (Reuss 1873) und in Wiesengräben bei Untersiebenbrunn (Herbar Beck, 1887, PRC) verschollen.
(K) Zerstreut; im Weißensee (Prochinig 2021), im Faaker See (U. Prochinig, 2019, KIS), im Millstätter See (Prochinig 2023a) und im Magdalenensee (U. Prochinig, 2022, KIS). – Im Längsee (W. Holzner, 1979, WHB) und in Villach bzw. zwischen Völkendorf und Möltschach (Herbar Beck, 1889, PRC; Herbar Beck, 1919, PRC) verschollen.
(St) Zerstreut; im Erlaufsee (I. Blindow, A. Holzhausen & H. Schubert, 2018) und in mehreren Seen des steirischen Salzkammergutes (Leonhardi 1964; Holzner et al. 1978–1980; Drozdowski et al. 2015). – Im Leopoldsteiner See bei Eisenerz (K. Keissler, 1910, W) verschollen. Südlich des Salzkammergutes wurde *Ch. aspera* in der Steiermark noch nicht nachgewiesen.
(O) Mäßig verbreitet; häufig in den Seen des Salzkammergutes (z. B. Pötsch and Schiedermayr 1872; Pall et al. 2010a; Hohla and Gregor 2011; Langangen 2017; Pall et al. 2023); sehr selten im Nördlichen Vorland, etwa in einem Bootshafen nahe der Salzachmündung (M. Hohla, 2014; Hohla 2022) und in einer Schottergrube in Alkoven (A. Lugmair, 2007, Herbar Lugmair).
(S) Mäßig verbreitet; in den Seen im Flachgau (Pall et al. 2015; Pall et al. 2016; Pall and Plachy 2022); selten in anderen Seen, etwa im Zeller See (Pall et al. 2016) und im Harrbergsee (C. Gilli et al. 2015, WU).
(T) Selten; im Fernsteinsee (V. Krautkrämer & S. Oldorff, 2018), im Samarangersee (V. Krautkrämer & S. Oldorff, 2018) und im Reintalersee (Rott et al. 2007), im Achensee (Pall et al. 2011), im Hintersteiner See (Pall and Plachy 2023). – Im Pillersee (F. Vollmann, 1911, M) verschollen. Es gibt weitere historische Angaben, die nicht mehr bestätigt werden konnten; hier dürften Erfassungsdefizite vorliegen.

(V) Zerstreut; nur in den Talniederungen des Rheintals und des Walgaus vertreten. Hauptvorkommen im Bodensee. Nach der Eutrophierung in den 1970er Jahren verschollen, hat sich in der Folge jedoch wieder ausbreiten können (Lang 1981; Schmieder 1998; Pall et al. 2010b; Jäger 2012; Bauer et al. 2014; Schmieder et al. 2017). Seltener in kleinen Seen, in Baggerseen, im Alten Rhein und in Weihern (Jäger 2012).

Weitere Literatur: Braun (1847a), Ganterer (1847), Anonymus (1864a), Poetsch and Schiedermayr (1872), Braun and Nordstedt (1882), Leithe (1885), Migula (1897), Dalla Torre and Sarnthein (1901), Smettan (1981), Thaler (1981), Krause and Krause (1984), Löffler (1988), Schratt (1992), Melzer (1995), Pall (1996), Pichler (1997), Pall et al. (2003), Rott et al. (2007), Hohla and Gregor (2011b), Diewald et al. (2015), Bernhardt et al. (2017), Egger et al. (2018), Eichinger (2020), Pall et al. (2020a), Pall et al. (2020b), Prochinig (2023b).

Figure 79. *Chara aspera* im Vorderen Langbathsee, Oberösterreich, 14.7.2023 (Foto: K. van de Weyer).

Chara baltica (Hartman) Bruzelius / Baltikum-Armleuchteralge

Verbreitung: B?
Naturräume: PA?
Habitate: salzbeeinflusste Lebensräume?
Gefährdung: ?
Gefährdungsursachen: ?
Höhenverbreitung: ?

Morphologie: *Chara baltica* ist eine dunkelgrüne, monözische Pflanze, ohne Anzeichen von Inkrustationen. Sie ist eine vorwiegend diplostiche, isostiche oder leicht tylacanthe Art, deren Stacheln in Gruppen zu 2–3 stehen. Der Sprossdurchmesser beträgt 1 bis 1,5 mm.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Baltische Armleuchteralge wurde von Pall et al. (2013a) aus dem Neusiedler See angegeben. Es existiert dazu jedoch kein Beleg. Grundsätzlich ist ein Vorkommen dieser Art im Neusiedler See denkbar, erstens durch den Salzgehalt des Sees und nicht zuletzt durch dessen Bedeutung als „internationales Vogelparadies" (Dick et al. 1994). So kann es durch Zugvögel zu Einschleppungen gekommen sein. Aber *Chara baltica* ist streng an Meeresküsten gebunden (Migula 1898, 1909; Blaženčič et al. 2006a; Schubert et al. 2024). Die Art besiedelt dort vor allem die ständig wasserbedeckten Flachwasserbereiche, auch Brackwasser und ebenso küstennahe Gräben und Kleingewässer. Es fehlen Nachweise dieser Art im Binnenland, weswegen die Angabe vom Neusiedler See einer Überprüfung bedarf.

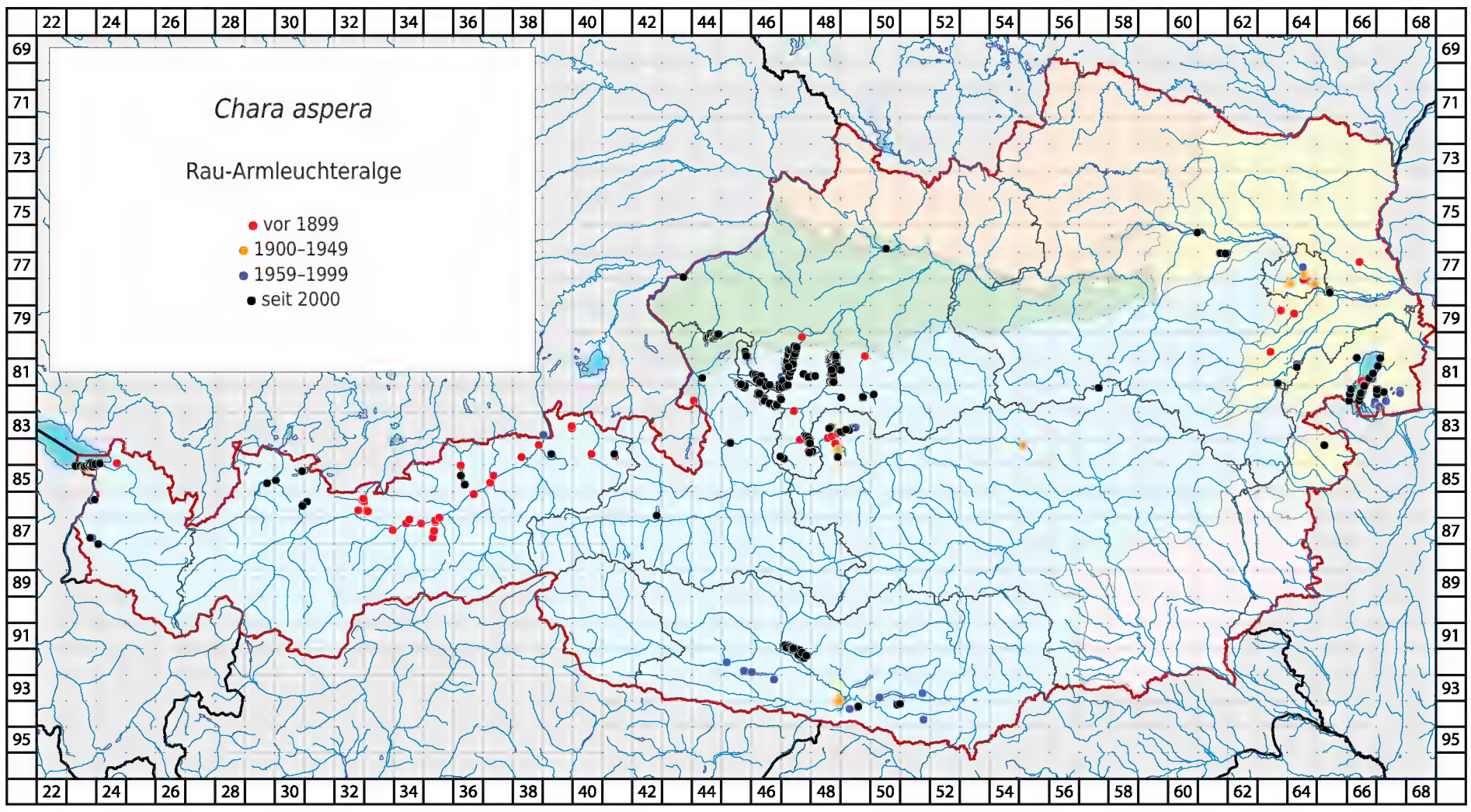


Figure 80. Verbreitung von *Chara aspera* in Österreich.

Chara baueri A.Braun / Bauer-Armleuchteralge

Synonym: *Chara scoparia* Rchb.
Verbreitung: K†
Naturräume: AL
Habitate: Teiche
Gefährdung: RE (ausgestorben oder verschollen)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung
Höhenverbreitung: ca. 405 m s. m.

Morphologie: Die Bauer-Armleuchteralge ist eine einjährige, stark verästelte, besonders unten buschige, hellgrüne Pflanze. Sie ist monözisch und kleinwüchsig (8 bis 10 cm, max. 15 cm). Sie besitzt einen einfachen Stipularkranz mit langen, spitzen Stipularen. Die Sprosse tragen vor allem an den jüngeren Sprossteilen zerstreut stehende Stacheln. Die Äste sind unberindet, deren Endzellen sind gelegentlich angeschwollen. Die Bauer-Armleuchteralge sieht *Chara braunii* ähnlich, jedoch tragen die Sprossachsen von *Ch. baueri* eine feingestreifte (triplostiche) Rinde und Stacheln (Krause 1997), während *Ch. braunii* völlig unberindet und stachellos ist.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Das einzige Vorkommen von *Chara baueri* wurde aus Teichen bei St. Andrä in Unterkärnten gemeldet (Ganterer 1847; Sydow 1882). Aber bereits Migula (1897) berichtet von vergeblicher Nachsuche: „*Dass Ganterer wirklich eine Ch. scoparia in Kärnthen gefunden, geht aus seiner vortrefflichen Beschreibung und seiner Abbildung unzweifelhaft hervor. Ob aber dieser Standort noch existirt, ist mir sehr zweifelhaft, denn es ist seither mehrmals vergeblich dort gesucht worden.*“ Auch wenn kein Beleg dieser Art aus Österreich gefunden werden konnte, folgen wir Migula (1897) und betrachten diese Angabe als vertrauenswürdig. *Chara baueri* ist heute in Österreich verschollen.

Chara braunii C.C.Gmelin / Braun-Armleuchteralge

Synonym: *Chara coronata* Bisch.
Verbreitung: B, W†, N, K†
Naturräume: AL†, BM, SV, PA
Habitate: Teiche, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: EN (stark gefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Nutzungsaufgabe, zu intensiver Fischbesatz
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 180 m s. m., höchstes Vorkommen: 580 m s. m.

Morphologie: Die Braun-Armleuchteralge ist eine einjährige, monözische, hellgrün glänzende und durchscheinende Pflanze mit dunklen Astknoten. Sie ist eine kleine bis mittelgroße Art (von einigen cm bis max. 80 cm). Auffällig ist der einreihige, aus langen, deutlich zugespitzten Stipularen bestehende Stipularkranz. *Chara braunii* ist unberindet und hat keine Stacheln.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Braun-Armleuchteralge besiedelt nährstoffarme bis mäßig nährstoffreiche, kalkarme Gewässer. In Österreich wächst sie heute vor allem in extensiv bewirtschafteten Fischteichen des Waldviertels in der Böhmischen Masse. Sie ist dabei nicht nur in klaren, sondern auch in trüberen Gewässern anzutreffen. Trotz einiger Funde der jüngeren Zeit ist von einem Rückgang der Art auszugehen. In Wien (Herbar Reineck, 1908, M), in Gräben in Moosbrunn in Niederösterreich (Ganterer 1847) und in Gräben am Wörthersee (Leonhardi 1867a) konnte die Art nicht mehr gefunden werden.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(B) Selten; in Fischteichen in Güssing (G. Hügin, 1986, Herbar Krause/Iffeldorf). Die Güssinger Teiche sind heute in einem sehr schlechten Zustand, extrem

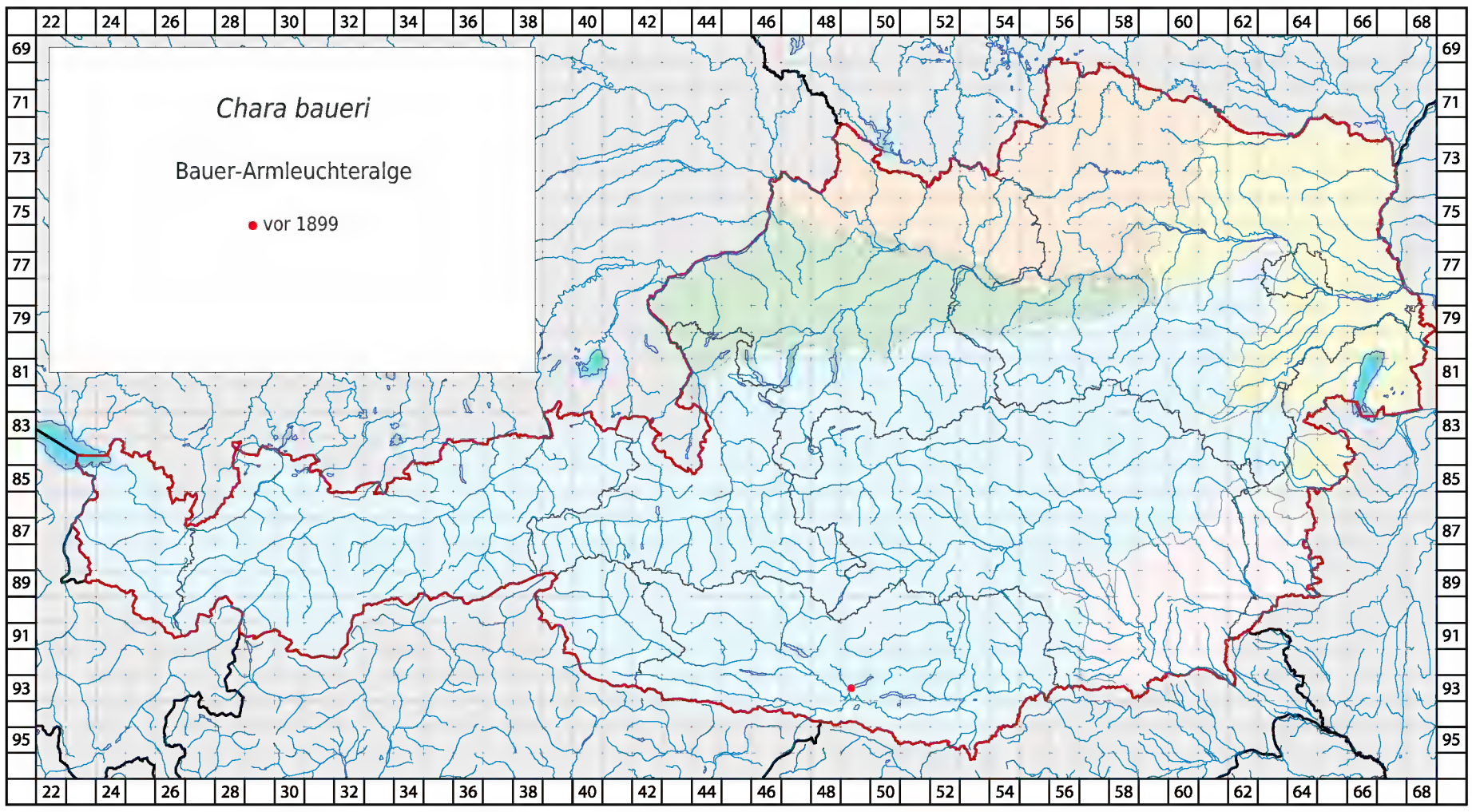


Figure 81. Verbreitung von *Chara baueri* in Österreich.

verschlammt. Es fehlt die traditionelle Bewirtschaftung mit regelmäßigen Sömmerungen. *Chara braunii* hat da aktuell keine Chance mehr, ist aber sicher noch in der Diasporenbank vorhanden. Eine vorsichtige Entschlammung der Teiche (nicht Vertiefung!) und die anschließende Wiederaufnahme einer traditionellen extensiven Teichwirtschaft mit einer regelmäßigen Sömmerung wären erforderlich (Raabe 2024); rezent in Ackersutten bei Bildein (Raabe 2024) im Südburgenland sowie in Teichen im Mittelburgenland (U. Raabe, 2024).

(W) Verschollen; es existiert ein Herbarbeleg aus „Wien" (Herbar Reineck, 1908, M). Möglicherweise stammt dieser aus Moosbrunn in Niederösterreich (s. u.), denn es war damals üblich, Moosbrunn auf Herbaretiketten Wien zuzurechnen.

(N) Selten; in mehreren Teichen im Waldviertel, etwa im Stronesteich (R. Hehenberger, 2013, LI), im Rudmannser Teich bei Zwettl (C. Pachschwöll & R. Hehenberger 2012, LI; K.-G. Bernhardt, N. Stoeckl, 2022, Herbar Bernhardt), in der Nähe des Stölzlinger Teiches bei Hirschbach (M. Hofbauer, 2018, WU) und im Karfreitagsteich in der Nähe des Bahnhofs Pürbach-Schrems (M. Hofbauer, 2023, WU). – „*In stehenden Wässern und Gräben um Moosbrunn*" (In stagnis prope Moosbrunn, s. d., Herbar Putterlick, W; Ganterer 1847; Reichardt 1873; Migula 1897) verschollen.

(K) Verschollen; am Wörthersee (Leonhardi 1867a: „Gräben am Wördsee, Juli"). Leonhardi verweist auf einen scheinbar heute nicht mehr existierenden Beleg: „In Kokeils Herbar im Museum von Klagenfurt als „*Chara flexilis*".

Figure 82. *Chara braunii*, Teich in der Nähe von Hirschbach im Waldviertel, Niederösterreich, 28.8.2018 (Foto: M. Hofbauer).

Chara canescens Loisel. / Grau-Armleuchteralge

Synonym: *Chara crinita* Wallr.
Verbreitung: B, N†
Naturräume: PA
Gefährdung: VU (gefährdet)
Habitate: Seen, Teiche, Klein- und Kleinstgewässer, salzbeeinflusste Lebensräume
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Austrocknung
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 190 m s. m.

Morphologie: *Chara canescens* ist eine kleine bis mittelgroße (5 bis 15 cm, max. 40 cm), dicht bestachelte, diözische Pflanze. Sie ist die einzige haplostiche Art in

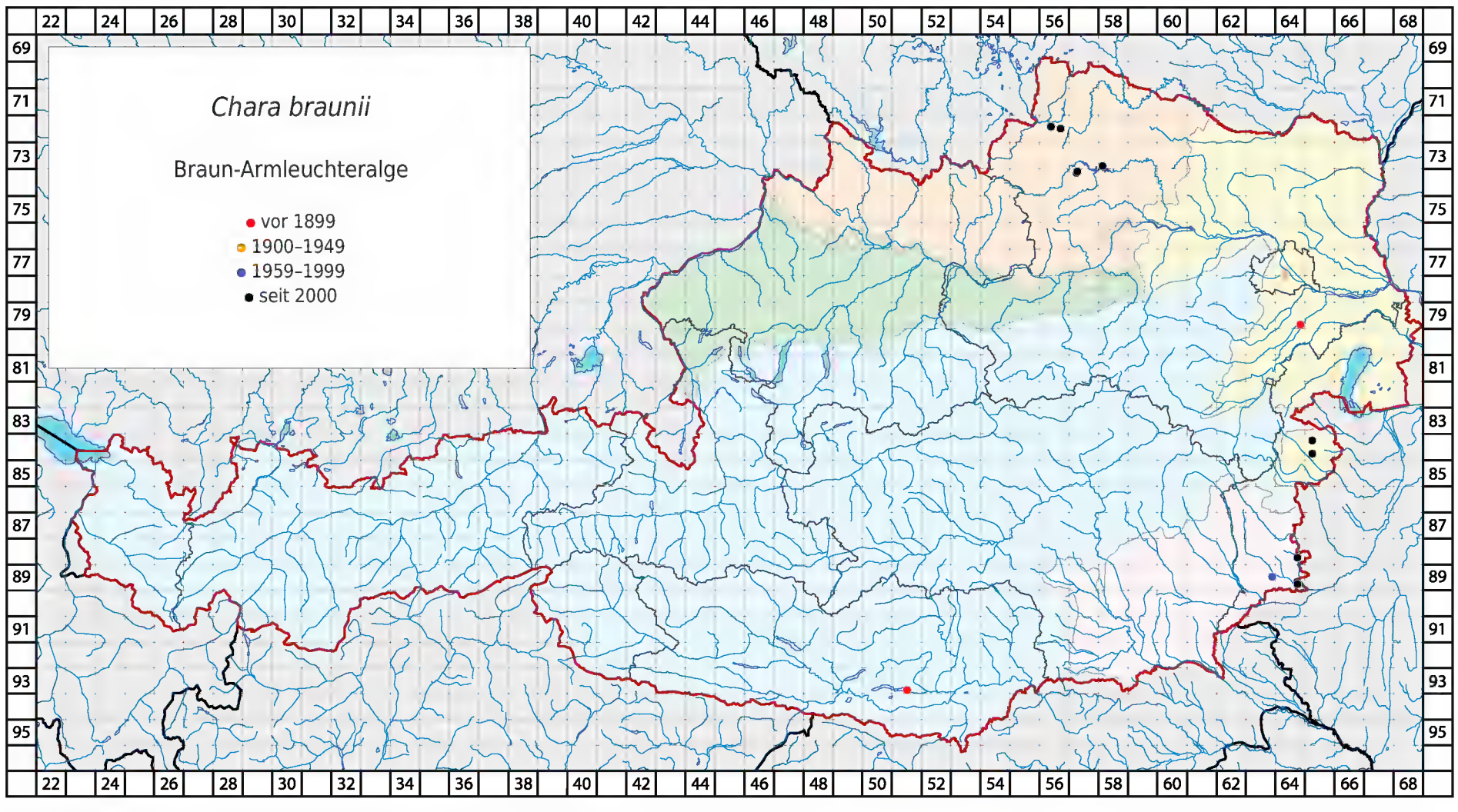


Figure 83. Verbreitung von *Chara braunii* in Österreich.

Österreich. Die Stacheln sind in Gruppen zu 2–6 angeordnet und länger als der Sprossdurchmesser. Die Stipularen sind den Stacheln ähnlich und in zwei Kränzen angeordnet. An den meisten Vorkommen gibt es nur weibliche Pflanzen, die sich parthenogenetisch fortpflanzen. Diese Art der Fortpflanzung ist bei keiner anderen Characee bekannt. In mehreren Gewässern des Seewinkels konnten sexuelle Populationen, also weibliche und männliche Pflanzen, festgestellt werden; so etwa im Albersee, im Herrensee, im Silbersee, im Südlichen Stinkersee, im Weißsee, in der Runden Lacke, in der Zicklacke und in der Hottergrube (Schaible et al. 2009a, b; Schaible et al. 2011).

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Grau-Armleuchteralge ist eine Flachwasserart, die in Österreich vor allem die kleinen Salzlacken und Seen des Seewinkels und den Neusiedler See besiedelt. Darüber hinaus gab es jedoch im 19. Jahrhundert auch Vorkommen im unteren Pulkautal in Niederösterreich (s. u.). Die Vorkommen im Seewinkel sind vor allem durch die Trockenheit der vergangenen Jahre gefährdet, die zum Austrocknen vieler Salzlacken geführt hatte (Dvorak et al. 2012; Krachler 2012; Ableidinger 2023; Janisch et al. 2023). Grundsätzlich dürfte das gelegentliche Austrocknen für diese konkurrenzschwache Characee sogar förderlich sein, nicht jedoch, wenn der Lebensraum durch anschließende Bewirtschaftung oder Überbauung zerstört wird.

Die österreichischen Vorkommen von *Ch. canescens* sind außergewöhnlich, denn sexuelle Populationen, mit männlichen und weiblichen Pflanzen, sind rezent nur aus wenigen Ländern Europas bekannt, neben Österreich etwa noch aus Spanien, Italien und Serbien (Braun 1857; Küster et al. 2005; Schaible and Schubert 2008; Schaible et al. 2009a, b; Schaible et al. 2011; Schubert et al. 2024). Ob auf ungarischer Seite noch bisexuelle Populationen existieren, ist ungewiss. Die meisten der von Filarszky (1924) genannten kleinen Lacken und Teiche auf ungarischer Seite existieren heute nicht mehr (Schaible and Schubert 2008). Aufgrund der geringen Anzahl an Standorten und der eingeschränkten Verbreitung ist bei den sexuellen Populationen eine noch stärkere Gefährdung gegeben.

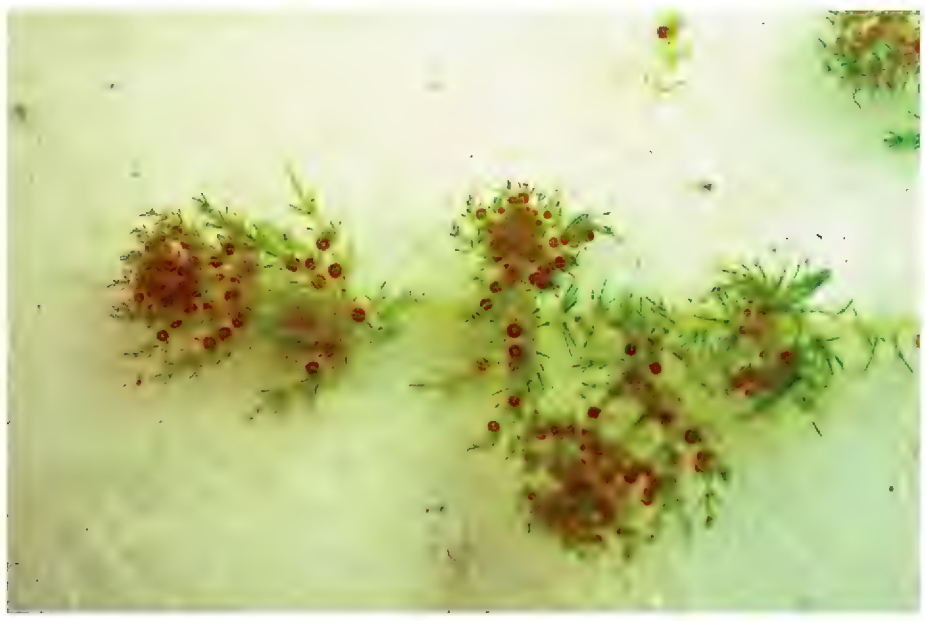


Figure 84. *Chara canescens*, männliche Pflanzen aus dem Stinkergraben, Seewinkel, Burgenland, Mai 1999 (Foto: H. Schubert).

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Mäßig verbreitet; im Neusiedler See (F. Welwitsch, [1]827 et [1]828, W; Ganterer 1847; Braun 1857; Migula 1897; Filarsky 1924; Wendelberger 1959; Weisser 1970; Krause 1987; Pall et al. 2013a) und in den Salzlacken und Seen des Seewinkels (K. H. Rechinger, 1923, JE; Buschmann A., 1959, GZU und Thaler I, 1959, GZU; Schaible et al. 2009b; Schaible et al. 2011; Holzhausen 2016; Raabe 2024 sowie viele Belege in B, GZU, JE, KL, M, W, WHB, WU, Herbar Krause/Iffeldorf, Herbar Bernhardt u. a.).

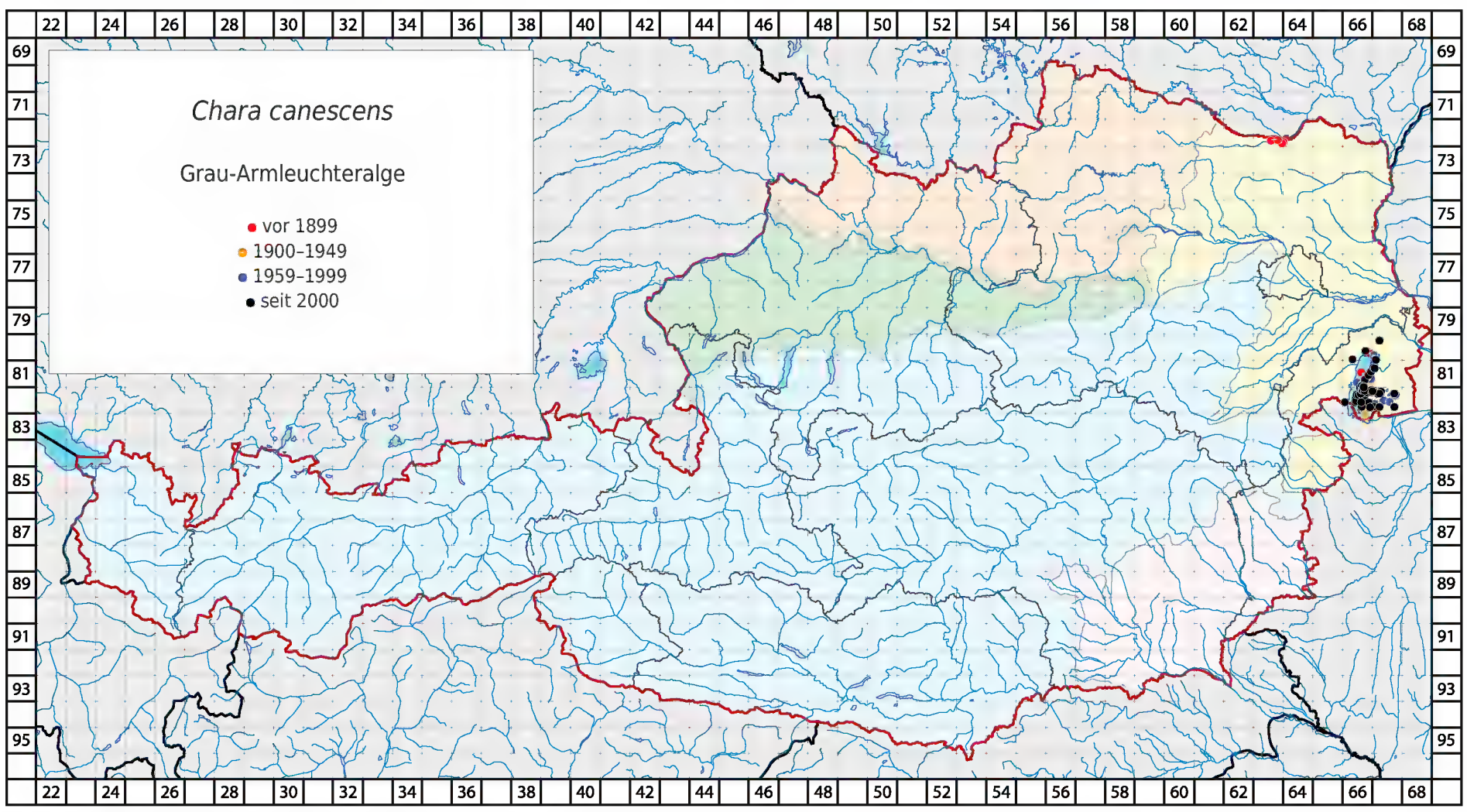


Figure 85. Verbreitung von *Chara canescens* in Österreich.

(N) Verschollen; in salzigen Gräben entlang der Straße zwischen Zwingendorf und Wulzeshofen (A. Reuss, 1871, B, W, WU; Reuss 1873). Leider existieren die einstigen Salzstandorte nur mehr in Resten. In den verbliebenen Naturschutzgebieten („Glaubersalzsteppe" und „Saliterweide") konnte *Chara canescens* nicht mehr gefunden werden (Nachsuche zuletzt 2024 durch M. Hohla, M. Hofbauer und G. Király).

Weitere Literatur: Wendelberger (1959), Krause and Krause (1984), Albert (2010).

Chara connivens A.Braun / Bogen-Armleuchteralge

Verbreitung: N†
Naturräume: PA†
Gefährdung: RE (ausgestorben oder verschollen)
Habitate: Klein- und Kleinstgewässer, salzbeeinflusste Lebensräume
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Austrocknung
Höhenverbreitung: ca. 180 m s. m.

Morphologie: Die Bogen-Armleuchteralge ist eine unbestachelte, triplo- und isostiche, diözische Pflanze. Sie ist eine mittelgroße (5 bis 20 cm, max. 50 cm) Art. Sie ist vor allem durch die stark zur Sprossachse hin gebogenen Quirläste, die unscheinbaren Blättchen sowie durch ihre auffallend großen Antheridien erkennbar. *Chara connivens* ist zweihäusig.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Bogen-Armleuchteralge wurde in Österreich nur aus dem unteren Pulkautal in Niederösterreich angegeben. Reuss (1873) berichtet von *Chara canescens „häufig in den Gräben an dem Fahrwege zwischen Wülzeshofen und Hanifthal Darunter nun befand sich in einzelnen Aestchen Chara connivens Salzm. bisher nur am Mittelmeere und bei Königsberg und Danzig beobachtet, also neu für die ganze Monarchie. Ich fand sie bei der ersten Excursion, konnte aber leider bei der zweiten nicht mehr davon finden, da die Gräben nun fast völlig ausgetrocknet waren Die Bestimmung der Characeen verdanke ich der Güte der Herren Prof. Freiherr v. Leonhardi und Prof. Al. Braun*". Sowohl Braun und Nordstedt (1882), als auch in Folge Migula (1897) haben diese Angabe übernommen, jedoch mit einer gewissen Skepsis. Migula (1897): „*In salzigem Wasser zwischen Hanifthal und Wützeshofen an der Strasse von Laa nach Seefeld und Hugedorf (im cisleithanischen Oesterreich); var. bracteis longioribus (vorn drei gleich lange und die mittleren die längsten); Früchte sehr jung; keine Antheridien. Chara fragilis höchst ähnlich. Chara fragifera? Braun und Nordstedt Fragmente p. 180. Diese Form habe ich nirgends weiter erwähnt gefunden*". Migula (1898) berichtet kurze Zeit später ohne eine kritische Bemerkung: „Oesterreich zwischen Hanifthal und Wützerhofen".

Leider konnte kein Herbarbeleg von *Chara connivens* aus Österreich gefunden werden. Der genauen Beschreibung in Braun und Nordstedt (l. c.) nach dürfte A. Braun aber ein Beleg dieser Sippe aus Niederösterreich vorgelegen sein. Jedoch war A. Braun von der Richtigkeit der Bestimmung von A. Reuss nicht überzeugt. Grundsätzlich ist ein Vorkommen in den salzigen Gräben gemeinsam mit *Chara canescens* vorstellbar. Auch die vielen Angaben aus Tschechien (Caisová und Gąbka 2009) sprechen für *Chara connivens*. Manche Fundorte der tschechischen Angaben liegen sogar in der Nähe der österreichischen Lokalität. Wir betrachten diese Art als verschollen.

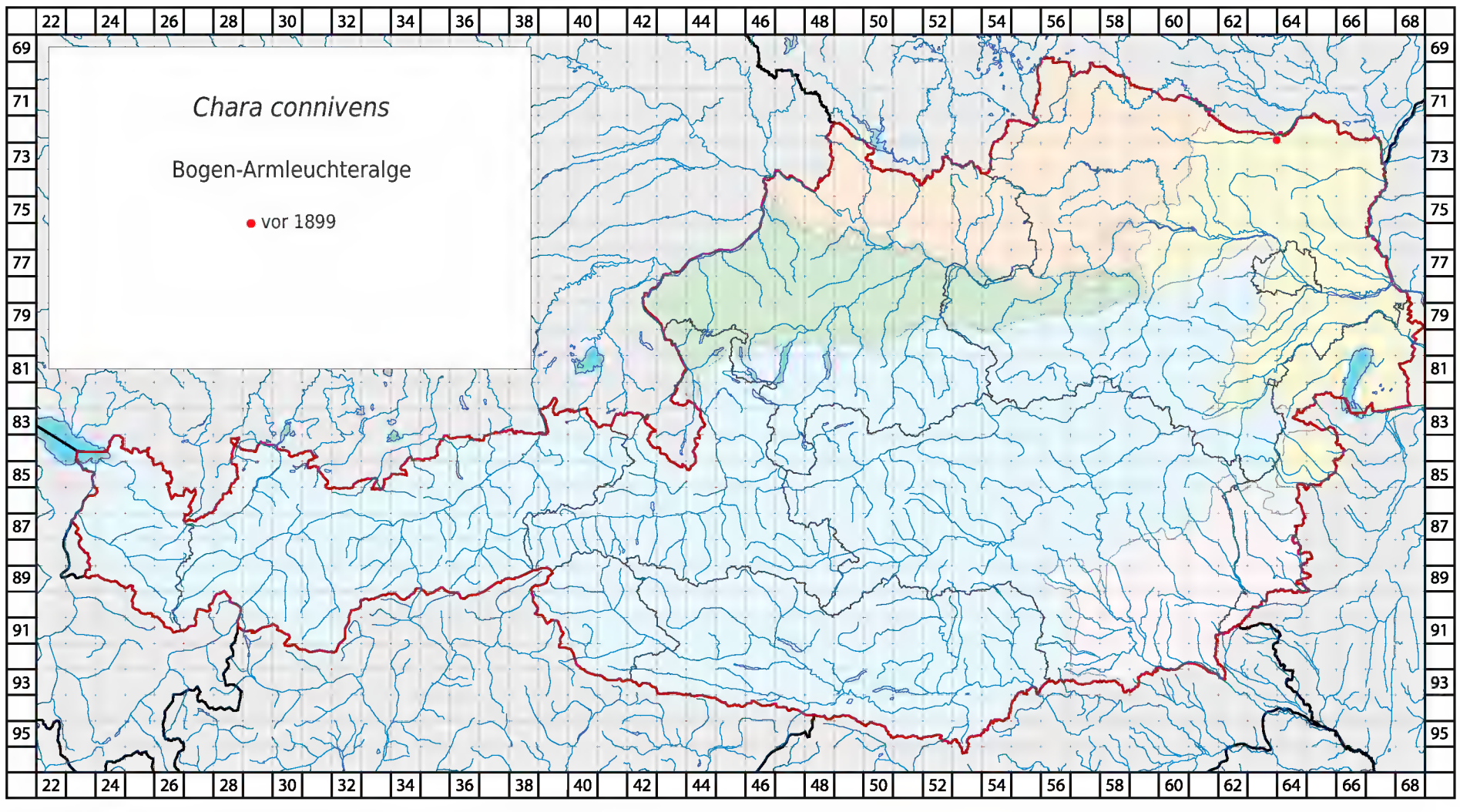


Figure 86. Verbreitung von *Chara connivens* in Österreich.

Chara contraria Kütz. / Gegensatz-Armleuchteralge

Verbreitung: alle Bundesländer
Naturräume: AL, BM, NV, SV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme, Bäche, Moore, Klein- und Kleinstgewässer, Quellen.
Gefährdung: LC (ungefährdet)
Gefährdungsursachen: Nährstoffeintrag, Lebensraumvernichtung, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 2.110 m s. m.

Morphologie: *Chara contraria* ist eine kleine bis mittelgroße (5 bis 30 cm, max. 50 cm), monözische Art, die durch wenig auffallende Blättchen, Bestachelung und Vermehrungsorgane sowie die eher geringe Verzweigung charakterisiert ist. Daher wirkt *Ch. contraria* relativ „leer". Die Pflanzen dieser Art sind fast immer mehr oder weniger stark verkalkt. Die Art ist tylacanth, mit oft nur papillenartigen Stacheln, diplostich und heterostich. Stachellose Pflanzen sind meist nicht von *Chara vulgaris* zu unterscheiden. Die Oosporen sind ellipsoidisch bis zylindrisch, schwarz, und oft deutlich schmäler als bei anderen *Chara*-Arten.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Gegensatz-Armleuchteralge bevorzugt größere, natürliche oder künstliche Seen vom Flachland bis ins Gebirge. So findet man sie in vielen Alpenseen sehr häufig (Schmieder 1998; Pall et al. 2010a; Hohla and Gregor 2011a; Pall et al. 2014; Drozdowski et al. 2015; Pall et al. 2016; Langangen 2017; Pall et al. 2023). Diese Art gedeiht auch in den Alpenseen hoher Lagen. *Chara contraria* ist aber ebenso eine Pionierart in Kleingewässern der Tallagen. In den kalkarmen Gewässern der Böhmischen Masse fehlt sie fast völlig. In den Alpenseen ist *Ch. contraria* nicht gefährdet; Rückgänge gibt es möglicherweise in Kleingewässern in niedrigen Lagen durch Zerstörung von Lebensräumen oder durch zu intensive Fischhaltung. Lebensraumzerstörung betrifft auch die Moore, in deren Gräben oder Nassstellen die Gegensatz-Armleuchteralge gerne wächst.

Variabilität: *Chara contraria* ist sehr variabel; Migula (1897) unterscheidet zwei Varietäten und 26 Formen. Vor allem die var. *hispidula* (nachgewiesen in O, K, S, T, V) kann leicht mit *Chara aspera* verwechselt werden (Hohla et al. 2025). Kleinwüchsige Formen, wie man sie etwa im Blindsee, im Samerangersee und im Fernsteinsee in Tirol fand (K. van de Weyer und E. Korte, 2008 sowie K. van de Weyer, 2023, Herbar van de Weyer), wurden als *Chara muscosa* beschrieben, nach van de Weyer (2012) jedoch zu *Chara contraria* gestellt. Interessant sind auch Formen mit sehr kurzen Ästen, die *Ch. filiformis* ähneln (Fig. 91); solche wurden etwa im Attersee in Oberösterreich beobachtet.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Selten; im Neusiedler See (C. Gilli, W. Gutermann, M. Hofbauer, E. Köllner, U. Raabe, H. Schau, 2020, WU), im Neufelder See (Pichler 1997) und in mehreren Lacken und kleineren Seen des Seewinkels, etwa in einer Schottergrube bei Wallern (U. Raabe, 2014) und im Apetloner Badesee (K.-G. Bernhardt, 2023, Herbar Bernhardt).

(W) Zerstreut; vor allem in der Lobau (Schratt 1988; Schlögel 1997; Pall and Kum 2006; Baart 2016; Pall 2016), seltener in der Alten Donau (Löffler 1988), in der Neuen Donau (M. Hofbauer, D. Reich, 2016, WU), im Wienfluss (A. Berger, 2020), im Marchfeldkanal (Pichler 1996) und im Asperner See (Pall et al. 2023).

(N) Mäßig verbreitet; in der Unteren Lobau (Schratt 1988; Pall and Kum 2006) und in der Neuen Donau bei Korneuburg (S. Lefnaer, 2022, JACQ), in Kleingewässern, Teichen und kleineren Seen am Alpenostrand, im Mostviertel, im Wienerwald, in der Thermenregion und im Weinviertel (Reuss 1873; Migula 1897, und viele Belege in GZU, LI, W, Herbar Bernhardt), in künstlichen Kleingewässern entlang der Westbahn im Tullnerfeld (Bernhardt et al. 2017; Eichinger 2020), in einem Baggersee N von Grafenwörth (K. van de Weyer, 2024).

(K) Mäßig verbreitet; in den Kärntner Seen (z. B. Weißensee, Millstätter See, Faaker See, Magdalenensee, Wörthersee, Rauschelsee, Klopeiner See; Kusel-Fetzmann und Lew (1972), Prochinig 2023a, b; Friedl et al. 2022, KIS); seltener wächst die Art in Fischteichen und Schotterteichen (Prochinig 2021).

(St) Zerstreut; vor allem in den Seen des steirischen Salzkammergutes (Leonhardi 1864; Migula 1897; Drozdowski et al. 2015), selten im restlichen Bundesland, etwa im Dürrsee (C. Gilli & M. Hofbauer, 2013, WU), im Josersee (M. Hofbauer et al. 2022, WU) oder in den Tillmitscher Teichen (Fank et al. 2004). Es dürften bei dieser Art in der Steiermark noch Erfassungsdefizite vorliegen.

(O) Verbreitet; häufig in den Seen des Salzkammergutes (z. B. Melzer 1995; Pall 1996; Pall et al. 2010a; Hohla and Gregor 2011a; Diewald and Schleier 2012; Diewald et al. 2015; Pall et al. 2015; Pall et al. 2016; Langangen 2017; Pall et al. 2020a; Pall et al. 2020b; Hohla and Diewald 2024); zerstreut im Nördlichen Vorland, vor allem in Baggerseen, z. B. in Alkoven (A. Lugmair, 2007, LI); randlich noch in der Böhmischen Masse, etwa in einem Steinbruch in Kleinzell (G. Kleesadl, 2013, Herbar Kleesadl) oder in St. Martin im Mühlkreis (G. Kleesadl, 2013, Herbar Kleesadl); Vorkommen auch in den Auen der Salzach (z. B. St. Radegund, 2010, M. Hohla, LI; Hohla 2022), des Inn (z. B. Hagenauer Bucht, 2011, M. Hohla, LI; Reichersberg, 2014, W. Diewald, Herbar Diewald; Hohla 2022) und der Donau bei Steyregg (z. B. M. Hofbauer, 2015, WU).

(S) Verbreitet; häufig in den Seen im Flachgau (z. B. Pall et al. 2015; Pall et al. 2016; Pall and Plachy 2022); zerstreut in den Salzachauen, etwa bei Weitwörth (C. Leitner, 2021, LI), in den Seen, Teichen, Bächen, Mooren und Kleingewässern anderer Regionen, etwa im Seehornsee (K. Moosbrugger, 2019, LI), in Niedermooren im Rauriser Tal (P. Pilsl, 2010, Herbar Pilsl) oder in einem Kalk-Niedermoor in Saalfelden (G. Pflugbeil, 2018, LI).

(T) Mäßig verbreitet; im Samarangersee (Rott et al. 2007; van de Weyer 2012, V. Krautkrämer, S. Oldorff, 2018), Fernsteinsee (Van de Weyer, 2023, Herbar Bernhardt), Blindsee (van de Weyer 2012), Vilsalpsee (Schauer 1978), Traualpsee (Schauer 1978), Hintersteiner See (Pall and Plachy 2023), Riedener See (K. Pagitz, 2022, IB), Haldensee (W. Krause, 1985, Herbar Krause/Iffeldorf), Kotwaldsee (Rott 2008), Pillersee (W. Diewald, 2019, Herbar Diewald), Weidachsee (K. Pagitz, 2024, IB), Pillersee (M. Mallaun, 2024, LI); seltener in kleinen Mooren, in Quellfluren und Kleingewässern, etwa im Hinterautal (Rott et al. 2009), an einer Forststraße in der Kaiserklamm bei Rofan (R. Krisai, 2016, LI), im Karwendel, Hinterriß, Kalkquellbach (K. Pagitz, 2024, IB), in Radfeld (K. Pagitz, 2024, IB) oder in Obsteig, Moortümpel (K. Pagitz, 2024, IB). Einige historische Angaben (Braun and Nordstedt 1882; Leithe 1885; Dalla Torre and Sarnthein 1901) konnten nicht mehr bestätigt werden; hier dürften aber Erfassungsdefizite vorliegen.

(V) Verbreitet; *Chara contraria* ist nach Jäger (2012) die häufigste Armleuchteralge Vorarlbergs. Vorkommen vor allem im Bodensee mit angrenzenden Gewässern und Baggerseen (Lang 1981; Schmieder 1998; Pall et al. 2010b; Bauer et al. 2014; Schmieder et al. 2017); weiters im Hosensee, Seebachsee, Körber See, Kalbelesee, Sünser See, Hochalpsee und Tilisunasee (Jäger 2012); zerstreute Vorkommen auch in Teichen und Kleingewässern, etwa in Fischteichen in Schlins (Jäger 1999).

Weitere Literatur: Ganterer (1847), Poetsch and Schiedermayr (1872), Schiedermayr (1894), Thaler (1981), Pall et al. (2003), Hohla and Gregor (2011b).

Chara curta Kütz. / Verkürzt-Armleuchteralge

Verbreitung: O, T
Naturräume: AL
Habitate: Seen
Gefährdung: G (Gefährdung unbekannten Ausmaßes)
Gefährdungsursachen: Nährstoffeintrag, Fischbesatz
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 410 m s. m., höchstes Vorkommen: 930 m s. m.

Morphologie: *Chara curta* sieht *Ch. aspera* sehr ähnlich und ist wie diese diözisch. Sie ist ebenfalls eine kleine bis mittwüchsige (5 bis 30 cm, max. 45 cm) Art. Die Unterscheidung erfolgt vor allem anhand der Anordnung der Stacheln. Bei *Ch. curta* stehen diese dicht und in Gruppen von 2–6, bei *Ch. aspera* jedoch einzeln. Allerdings können immer wieder Übergangsformen beobachtet werden, worauf bereits Leonhardi (1864) hinweist (Bei Stein am Traunsee, 1859, Heufler). Außerdem können *Chara aspera* und *Ch. curta* auch durch die bisher verwendeten genetische Untersuchungsmethoden nicht klar voneinander getrennt werden (O´Reilly et al. 2007; Stewart 2024b). Der Artstatus der Verkürzt-Armleuchteralge ist deshalb umstritten.

Bei Korsch et al. (2013) und Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (2016) wird sie als infraspezifische Sippe von *Ch. aspera* geführt, ebenso bei Krause (1983). In der Übersicht über die Charophyceen Europas (Schubert et al. 2024) wird sie als Art eingestuft.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Bereits von Leonhardi (1864) wurde diese Art (als *Chara aspera* var. *curta* auf Basis eines Fundes von K. Schiedermayr) aus dem Traunsee in Oberösterreich angegeben. Im Fernsteinsee in Tirol wurden ebenfalls Pflanzen gefunden, die als *Chara curta* bezeichnet werden können (K. van

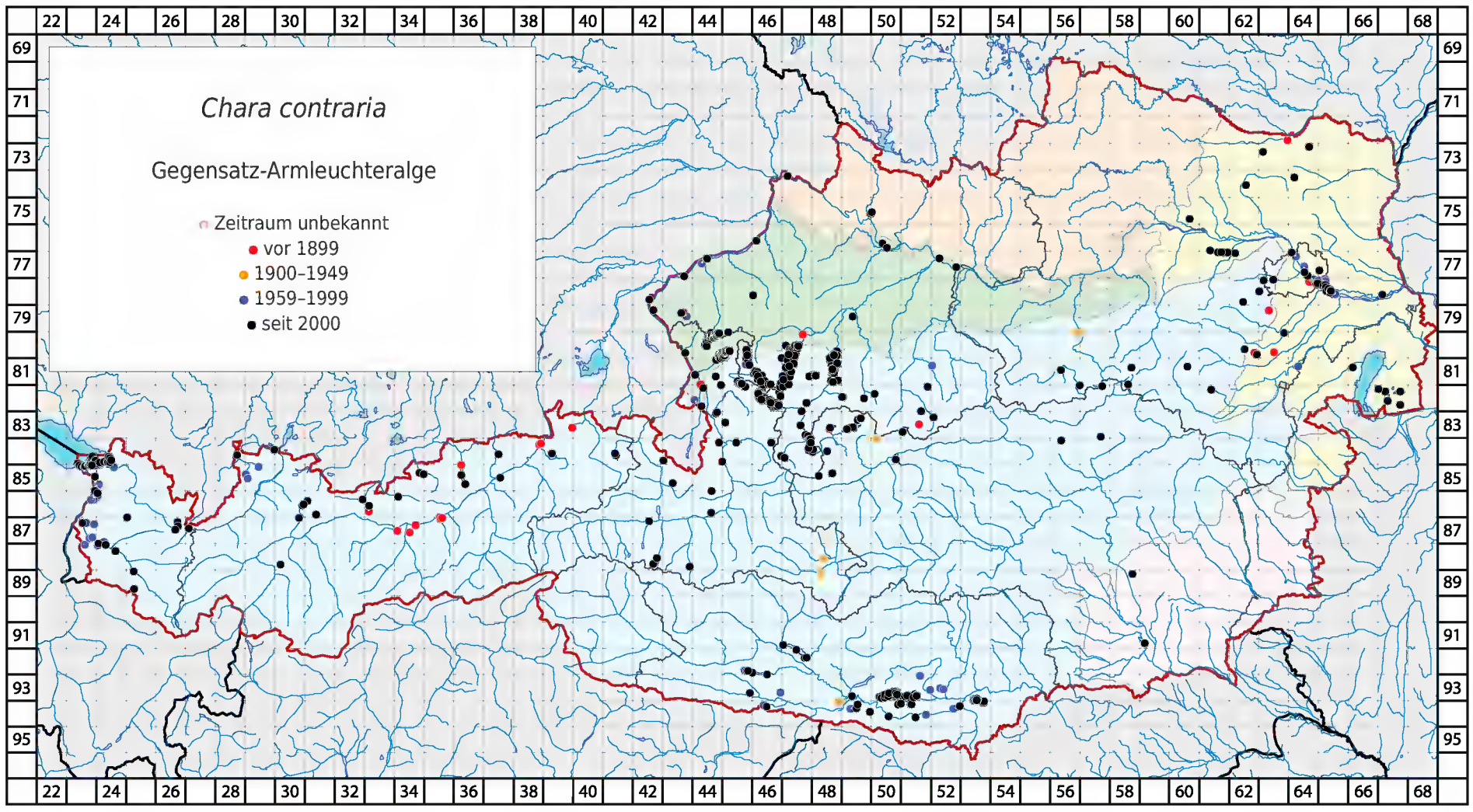


Figure 87. Verbreitung von *Chara contraria* in Österreich.

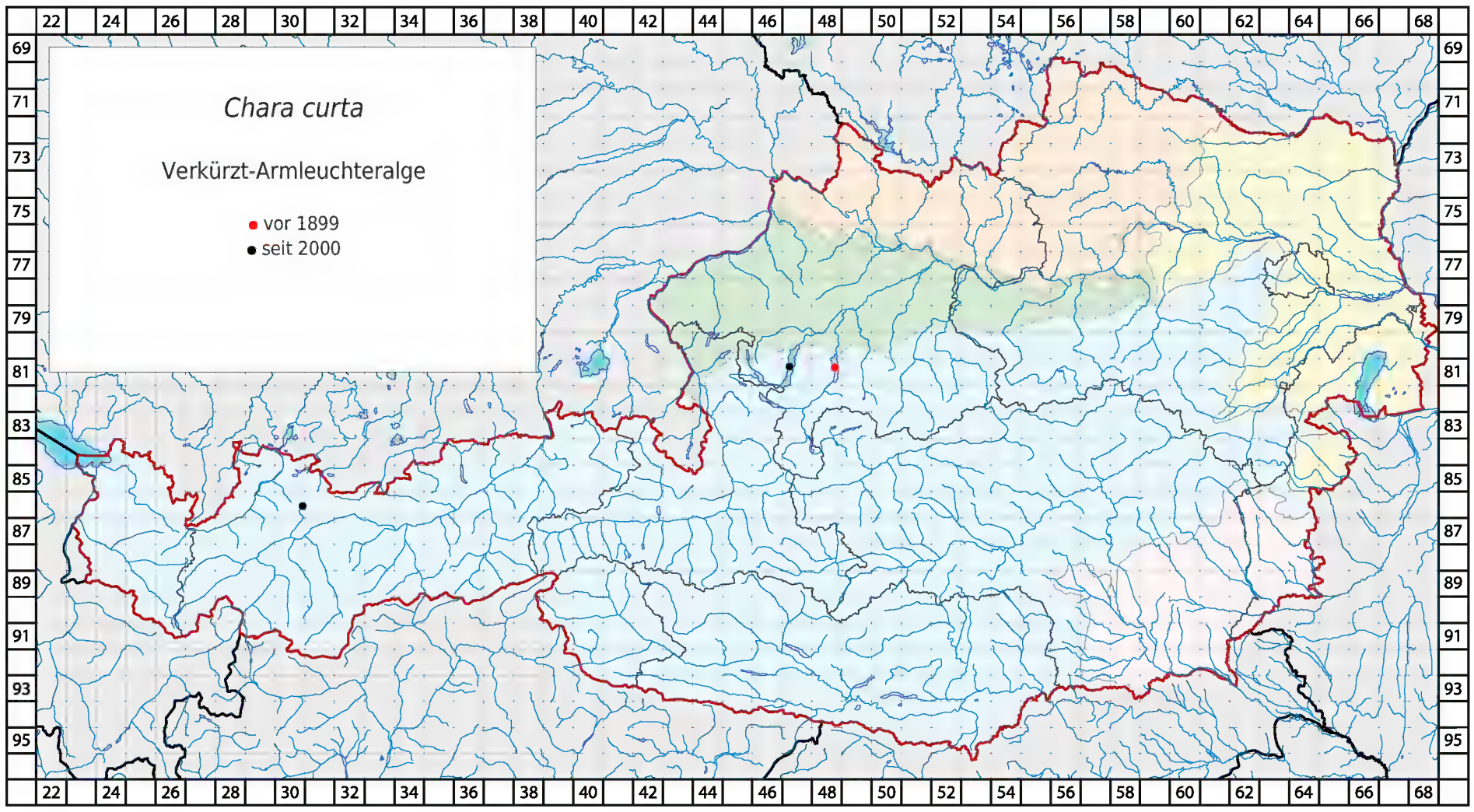


Figure 88. Verbreitung von *Chara curta* in Österreich.

de Weyer, 2007, Herbar van de Weyer). Auch Pall et al. (2010) führen aus dem Attersee *Chara aspera* einschließlich forma *curta* an. *Chara curta* kommt nach der Verbreitungskarte in Stewart (2024b) auch in den angrenzenden bayrischen Alpen vor.

Aufgrund der vielfach vorhandenen Übergänge zu *Ch. aspera* (z. B. bei Pflanzen im Almsee, 2023, Herbar van de Weyer) und der damit verbundenen Abgrenzungsprobleme ist die Kenntnis über die Verbreitung und die Gefährdung unvollständig und die Datenlage ungenügend. Auch wenn es derzeit keine Hinweise auf einen Rückgang gibt, ist aufgrund der Seltenheit dieser Sippe eine Gefährdung anzunehmen. Es besteht auf jeden Fall Klärungsbedarf.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(O) Sehr selten; im Traunsee (Leonhardi 1864; Braun and Nordstedt 1882; Sydow 1882), im Attersee (Pall et al. 2010a).
(T) Sehr selten; im Fernsteinsee bei Nassereith (K. van de Weyer, 2007; Herbar van de Weyer).

Chara dissoluta Leonh. / Nackt-Armleuchteralge

Verbreitung: K, O, T, V
Naturräume: AL
Habitate: Seen
Gefährdung: DD (Datenlage unzureichend)
Gefährdungsursachen: Nährstoffeintrag, Fischbesatz
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 390 m s. m., höchstes Vorkommen: 930 m s. m.

Morphologie: Die Nackt-Armleuchteralge ist eine kleine bis mittelgroße (5 bis max. 60 cm), langgliedrige, kaum kalkinkrustierte Pflanze von braungrüner oder oliver Farbe. Sie ist hauptsächlich diplostich, tylacanth und monözisch. Die Rinde ist jedoch nie vollständig ausgebildet. Die kugelig kleinen, manchmal angespitzen Stipularen sind in zwei dicht stehenden Reihen angeordnet. Möglicherweise handelt es sich um eine Tiefwassersippe von *Chara contraria* (Hohla and Diewald 2024). Leonhardi (1864) schreibt über *Chara dissoluta* A. Br.: „*Nach dem Autor selbst vielleicht nur eine lehrreiche Verkümmerungsform von Ch. contraria* …". Diese Art ist außerdem oft nur schwer von rindenreduzierten Formen von *Chara contraria* abzugrenzen.

Ökologie und Bestandsentwicklung: *Chara dissoluta* besiedelt hauptsächlich karbonatreiche Seen. Im Bodensee schien die Art in der Zeit der Eutrophierung in den 1960er und 1970er Jahren nahezu erloschen zu sein (Lang 1981). In den 1990er Jahren konnten erneut starke Bestände nachgewiesen werden (Schmieder 1998). Aus diesem Grund dürfte derzeit keine Gefährdung vorliegen, aber bei der Artabgrenzung gibt es Forschungsbedarf.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(K) Selten; im Faaker See (U. Prochinig, 2019) und im Wörthersee (KIS 2021).
(O) Sehr selten; im Mondsee (Pall and Plachy 2022).
(T) Sehr selten; im Achensee (D. Jäger, 2012; Pall et al. 2011) und im Hintersteiner See (Pall and Plachy 2023).
(V) Selten; nur im Bodensee (Jäger 2000, 2007, 2012; Bauer et al. 2014; Schmieder et al. 2017).

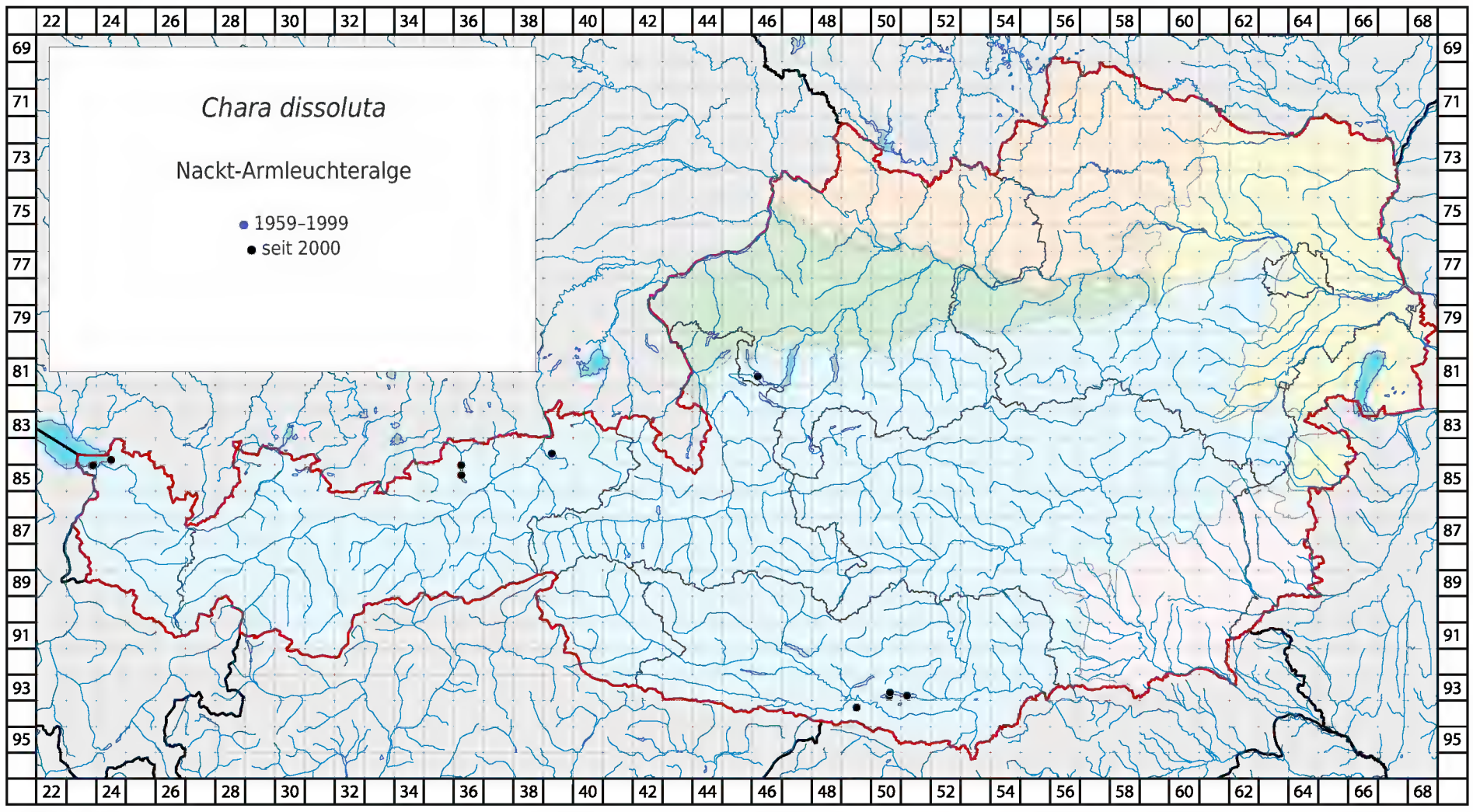


Figure 89. Verbreitung von *Chara dissoluta* in Österreich.

Chara filiformis A.Braun / Faden-Armleuchteralge

Verbreitung: O, S
Naturräume: AL
Habitate: Seen
Gefährdung: G (Gefährdung unbekannten Ausmaßes)
Gefährdungsursachen: Nährstoffeintrag, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 470 m s. m., höchstes Vorkommen: 670 m s. m.

Morphologie: Die Faden-Armleuchteralge ist durch die überlangen Internodien und die nur wenige Millimeter langen Äste charakterisiert. Damit sieht sie eher einer Fadenalge ähnlich, als einer Armleuchteralge. Sie ist eine mittelgroße Art (10 bis 40 cm, max. 90 cm). Der Sprossdurchmesser beträgt 0,3 bis 0,5 mm. *Ch. filiformis* ist diplostich, heterostich, tylacanth und monözisch. Die Stacheln stehen einzeln auf den Hauptreihen; die Stipularen sind zweireihig.

In ihrem Hauptverbreitungsgebiet, im Nordosten Deutschland und Polens, in Litauen sowie in Lettland, ist *Chara filiformis* weit verbreitet und häufig (Sinkevičienė 2024). Ob es sich bei *Ch. filiformis* tatsächlich um eine eigenständige Art handelt oder nur um eine extreme Ausprägung von *Chara contraria*, wird seit langem diskutiert (Migula 1897). Ein eindeutiges Unterscheidungsmerkmal scheint es nicht zu geben. Auch genetisch sind diese beiden Arten durch die bisher verwendeten Untersuchungsmethoden nicht klar voneinander zu trennen (Arbeitsgemeinschaft Characeen Deutschlands 2016). Es treten immer wieder *Chara-contraria*-Pflanzen mit sehr kurzen Ästen auf, die stark an *Chara filiformis* erinnern, wie etwa im Attersee bei Weyregg (A. Bier, 2018, s. u.).

Figure 90. *Chara filiformis*, Mondsee b. Oberburgau, Oberösterreich, 28.9.2016, V. Krautkrämer, Herbar Krautkrämer (Foto: V. Krautkrämer).

Figure 91. Form von *Chara contraria* mit sehr kurzen Ästen, sieht *Ch. filiformis* ähnlich, Attersee, Oberösterreich, 9.6.2018 (Foto: A. Bier).

Ökologie und Bestandsentwicklung: *Chara filiformis* erscheint bereits im Frühjahr. Sie besiedelt natürliche oligo- bis mesotrophe Seen. Aufgrund der wenigen Beobachtungen ist eine Abschätzung der Bestandsentwicklung nicht möglich, aber eine Gefährdung anzunehmen. Bei dieser Sippe gibt es Forschungsbedarf.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(O) Sehr selten; im Mondsee, Badestrand Oberburgau (V. Krautkrämer, 2016, Herbar Krautkrämer).
(S) Selten; im Fuschlsee (Pall et al. 2016, Langangen 2017).

Gefährdung: LC (ungefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 2.190 m s. m.

Morphologie: *Chara globularis* ist eine sehr feine, oliv bis dunkelgrüne, wenig verkalkte Pflanze. Sie ist stachellos, monözisch, triplostich, überwiegend isostich und macht dadurch einen fein gestreiften Eindruck. Sie ist eine kleinwüchsige bis mittelgroße (5 bis 25 cm, max. 125 cm) Art. *Ch. globularis* hat (fast) fehlende, ausschließlich warzenförmige Stipularen. Bei der ähnlichen *Chara virgata* sind die Stipularen des oberen Kranzes kurz und spitz zulaufend. Es gibt aber Übergangsformen, die nach den genetischen Untersuchungen von Mannschreck (2003) *Ch. globularis* zuzuordnen sind.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Zerbrechlich-Armleuchteralge gehört mit *Ch. vulgaris* zu den nährstofftoleranten Armleuchteralgen. Sie besiedelt kalkarme und -reiche, saure, neutrale und basische Gewässer. Man findet sie sowohl in Naturseen bis in 10 m Tiefe, als auch in künstlichen Gewässern, sogar in Gartenteichen und kleinen Betonbecken. *Ch. globularis* bildet gelegentlich auch flutende Bestände in Fließgewässern. Sie ist ökologisch besonders flexibel und daher weit verbreitet.

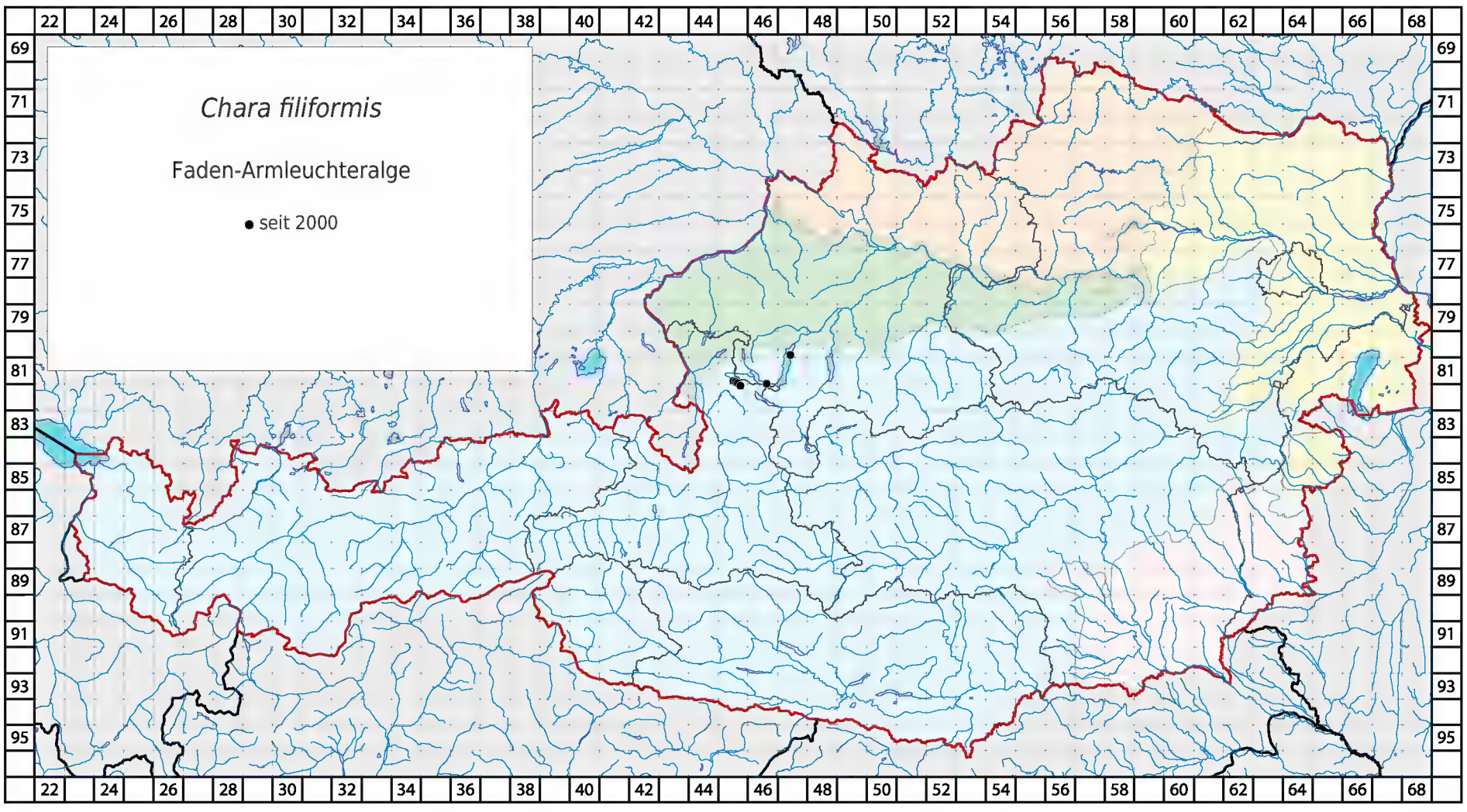


Figure 92. Verbreitung von *Chara filiformis* in Österreich.

***Chara globularis* Thuill. / Zerbrechlich-Armleuchteralge**

Synonym: *Chara fragilis* Desv.
Verbreitung: alle Bundesländer
Naturräume: AL, BM, NV, SV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme, Bäche, Moore, Klein- und Kleinstgewässer, Quellen.

Vorkommenslücken sind wahrscheinlich auf Kartierungsdefizite zurückzuführen. Diese Art profitiert vom Schotterabbau, durch den kurzfristig neue Kleingewässer entstehen können. Durch das Anlegen von Retentionsbecken und Amphibiengewässern wird sie ebenfalls gefördert. Verlorene und neu entstandene Lebensräume dürften sich bei dieser Art die Waage halten.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Mäßig verbreitet; im Neusiedler See (Weisser 1970; Pall et al. 2013a; U. Raabe in Schmidt et al. 2015; Pfeifer et al. 2023), im Neufelder See (Pichler 1997) und im Seewinkel (z. B. W. Krause, 1977, Herbar Krause/Iffeldorf; K.-G. Bernhardt, 2023, Herbar Bernhardt) verbreitet; im Südburgenland nur in einem künstlichen Tümpel bei Poppendorf (C. Gilli, M. Hofbauer, U. Raabe, 2022, WU), im Mittelburgenland in Teichen bei Kleinwarasdorf (U. Raabe, 2024). Im Mittel- und Südburgenland dürften jedoch Erfassungsdefizite vorliegen.

(W) Zerstreut; vor allem in der Lobau (Schratt 1988; Schlögel 1997; Baart 2016; Pall 2016; Seyser 2017; Vielberth 2017), seltener in der Alten Donau (Löffler 1988), in der Neuen Donau (M. Hofbauer, D. Reich, 2017, WU; M. Hofbauer, 2018, WU) und in Kleingewässern an anderen Orten, etwa im Botanischen Garten (Mähnert 2015), im 13. Bezirk auf der Aumüllerwiese (M. Sabor, 2020, LI) oder im 21. Bezirk im Marchfeldkanal (C. Gilli, A. Reischütz, 2017, WU). – In den Gewässern des Praters (A. Reuss, 1871, W) verschollen.

(N) Zerstreut; in der Unteren Lobau (Schratt 1988; Pall and Kum 2006) und in den Donauauen bei Zwentendorf, Stopfenreuth, Eckartsau (Hudler 2014; Vielberth 2017, K.-G. Bernhardt, 2013–2015, einige Belege im Herbar Bernhardt), im Lunzer Obersee (R. Krisai, 1983, LI; Englmaier 1985; Wendelberger 1995), in Kleingewässern, Teichen und kleineren Seen in der Thermenregion (Schur 1870; Reuss 1873), um Moosbrunn (W. Krause, 1977, Herbar Krause/Iffeldorf), in künstlichen Kleingewässern entlang der Westbahn im Tullnerfeld (Bernhardt et al. 2017; Eichinger 2020); sehr selten im Wald- und Weinviertel, etwa in einem Baggersee N von Grafenwörth (K. van de Weyer, 2024), in einem Teich im Steinbruch bei Schiltern (R. Hehenberger, 2014, LI) und im Thayatal an Ackernassstellen in Rabensburg (U. Raabe, 2013). Im Most-, Wald- und Weinviertel dürften Erfassungsdefizite vorliegen.

(K) Mäßig verbreitet; in den Kärntner Seen (z. B. Weißensee, Millstätter See, Faaker See, Magdalenensee, Wörthersee, Ossiacher See, Keutschachersee, Penkensee, Saisser See, Rauschelesee, Farchtensee, Gösselsdorfer See, Farchtesee, Bassgeigensee, Klopeiner See, Flattnitzsee u. a., vgl. Prochinig 2022; 2021, 2023a, b; Friedl et al. 2022, KIS; U. Prochinig, 2022 und 2023); von Vorkommen im Wörthersee berichten bereits Braun (1847a) und Ganterer (1847); seltener sind Nachweise in Fischteichen und Schotterteichen, etwa bei Mallenitzen (Prochinig 2021), in renaturierten Bereichen der Drau bei Kleblach-Lind (H. Wittmann, 2009), im Obermoos bei Vorderberg (R. Schwab, 2009, FR), in einem kleinen Fluss in Klagenfurt-Nord (G. Leute, W. Krause, 1985, Herbar Krause/Iffeldorf), in Hausteichen in Feldkirchen (H. Hartl, 2013) und in Moosburg (C. Keusch, 2018), im Teich des Botanischen Gartens in Klagenfurt (T. Gregor, 2020, FR). Abseits der Seen dürfte es Erfassungsdefizite geben.

(St) Zerstreut; vor allem in den Seen des steirischen Salzkammergutes (Drozdowski et al. 2015), selten im restlichen Bundesland, etwa im Grazer Bergland in den Reiner Teichen (H. Teppner, 1961, LI), in den Tillmitscher Teichen (Fank et al. 2004), im Stiftsteich St. Lambrecht (J. Hölzl, 2020, LI) oder im Furtnerteich in Neumarkt in der Steiermark (Anonymus 2024). Es liegen Erfassungsdefizite vor.

(O) Verbreitet; häufig in den Seen des Salzkammergutes (z. B. Poetsch and Schiedermayr (1872), Schiedermayr (1894), Thaler 1981; Maier 1985; Melzer 1995; Pall 1996; Pall et al. 2003; Pall et al. 2010a; Hohla and Gregor 2011a; Diewald and Schleier 2012; Diewald et al. 2015; Pall et al. 2015; Pall et al. 2016; Langangen 2017; Pall et al. 2020a; Pall et al. 2020b; Hohla and Diewald 2024; Pall et al. 2023); verbreitet auch in vielen kleineren Gewässern im Nördlichen Vorland, in den Auen entlang der Flüsse Salzach, Inn und Donau (Hohla and Gregor 2011; Hohla 2022), in den Moorgräben, Tümpeln und Torfstichen des Ibmermoorgebietes (bereits M. Haselberger, 1883, LI; R. Krisai, 1957, LI), selten auch flutend in Fließgewässern, wie etwa in dichten Beständen in der Mattig in Palting (M. Hohla, 2010, LI); selten in der Böhmischen Masse, etwa in einem Teich in Julbach (A. Lugmair, 2021, LI), in einem Bächlein in Freistadt (M. Hohla, 2012, LI) oder in einem Teich in Gutau (M. Hohla, 2012, LI).

(S) Mäßig verbreitet; häufig in den Seen im Flachgau (z. B. Thaler 1981; Pall et al. 2015; Pall et al. 2016; Pall and Plachy 2022) und im Zeller See im Pinzgau (Pall et al. 2016); zerstreut in den Salzachauen, etwa bei Weitwörth (P. Pilsl, 2022, Herbar Pilsl), in den Moorgräben, Tümpeln und Torfstichen im Weidmoos (z. B. O. Stöhr, 2008, LI), zerstreut in den Seen, Teichen, Bächen, Mooren und Kleingewässern anderer Regionen, etwa in einem Teich in Adnet (C. Wolkerstorfer, 2015, LI), im Krottensee (M. Hohla, T. Gregor, A. König, 2008, LI), in künstlich angelegten Stillgewässern am Ufer der Salzach nahe Bischofshofen (H. Wittmann, 2008, Herbar Wittmann), im Jägersee in den Radstädter Tauern (P. Pilsl, 2012, Herbar Pilsl), im Hundsteinersee in den Dientener Bergen (W. Diewald, 2021, Herbar Diewald), in renaturierten Schüttflächen von Gletscherbahnen im Kaprunertal in den Hohen Tauern (H. Wittmann, 2008, Herbar Wittmann). Abseits der großen Seen dürfte es Erfassungsdefizite geben.

(T) Zerstreut; im Fernsteinsee (Van de Weyer, 2023, Herbar Bernhardt), im Plansee (D. Jäger in Rott et al. 2007), im Kogelsee in den Lechtaler Alpen (W. Diewald, 2020, Herbar Diewald), im „Fuchsloch“ in Innsbruck (B. Mittendrein, 2021, IB; auch auf dem Foto in Gärtner 2006), in Gräben neben der Autobahn

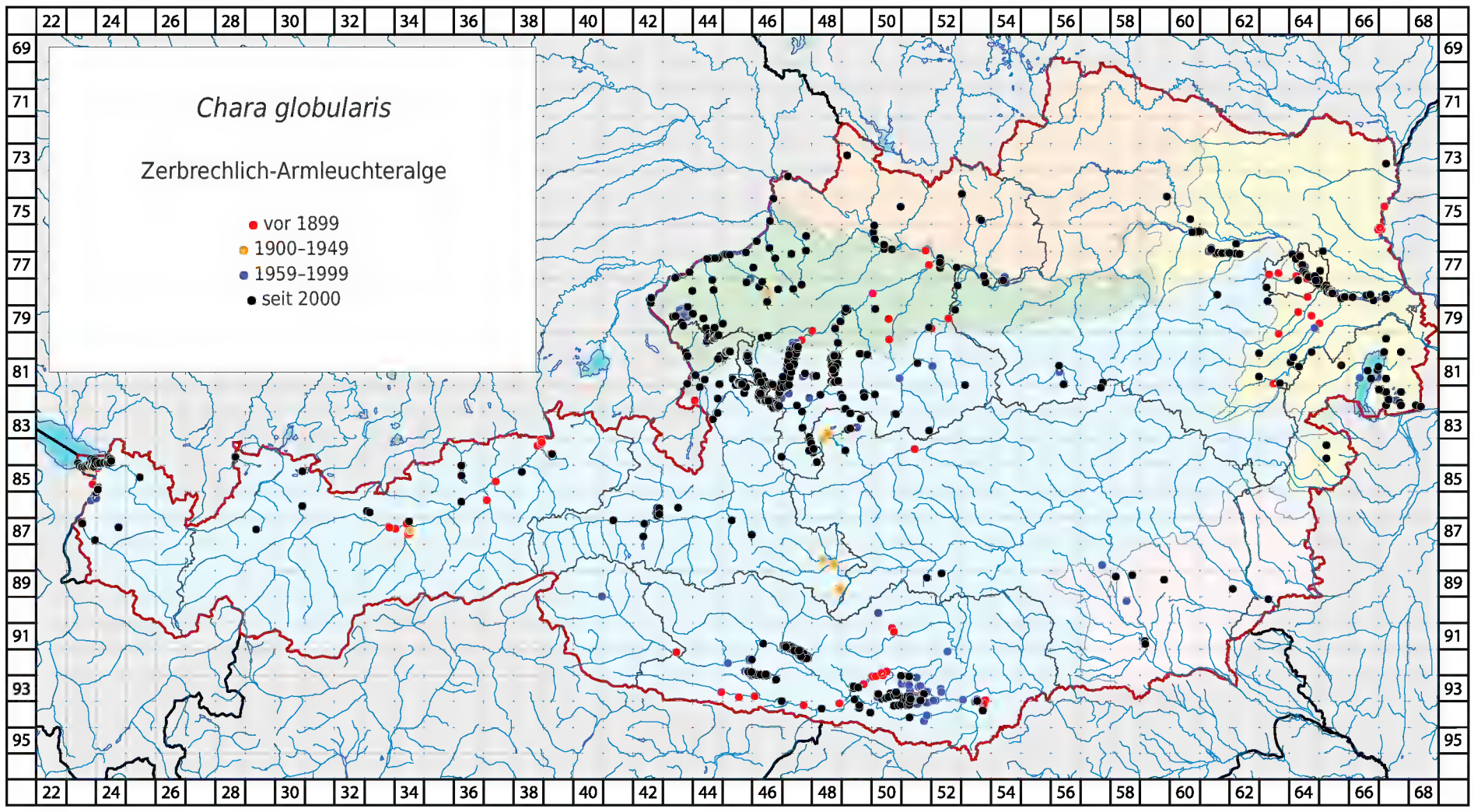


Figure 93. Verbreitung von *Chara globularis* in Österreich.

in Stans (K. Pagitz, 2021, IB), in Seefeld in einem Wiesenbach (K. Pagitz, 2024, IB), in einem Teich bei Filz/Wörgl (K. Pagitz, 2024, IB). Viele historische Angaben (Leithe 1885; Dalla Torre and Sarnthein 1901) konnten nicht mehr bestätigt werden bzw. wurden nicht mehr nachgesucht; es dürften deutliche Erfassungsdefizite vorliegen.

(V) Mäßig verbreitet; *Chara globularis* ist nach Jäger (2012) aktuell vor allem im Rheintal in Fließ- und Stillgewässern vertreten. Das Vorkommen im Dörnlesee im vorderen Bregenzerwald dürfte erloschen sein; Vorkommen dieser Art gibt es vor allem im Bodensee mit angrenzenden Kanälen, Entwässerungsgräben und Baggerseen (Bruhin 1868; Dalla Torre and Sarnthein 1901; Schmieder 1998; Pall et al. 2010b; Bauer et al. 2014; Schmieder et al. 2017; Jäger 2012, 2014, 2018), weiters noch im Bädle Laterns, östlich Rankweil (T. Gregor, 2016, FR).

***Chara gymnophylla* (A.Braun) A.Braun / Nacktblatt-Armleuchteralge**

Verbreitung: W?, N†, K, S, T
Naturräume: AL, PA†
Gefährdung: G (Gefährdung unbekannten Ausmaßes)
Habitate: Seen, Bäche, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 230 m s. m., höchstes Vorkommen: 1.210 m s. m.

Morphologie: *Chara gymnophylla* ist *Ch. vulgaris* sehr ähnlich und wie diese auch vielgestaltig. Sie ist eine kleinwüchsige bis mittelgroße (5 bis 15 cm, max. 50 cm) Art. Sie ist unregelmäßig diplostich, aulacanth und monözisch; die Stacheln sind vorne abgerundet. Die Äste sind unberindet oder besitzen ein bis zwei berindete Glieder; die vielgliedrigen, mit Blättchen dicht besetzten Äste des Sprossgipfels formen unübersichtliche wirre Köpfe; die Mehrzahl der Astknoten tragen keine Gametangienpaare; (an *Chara vulgaris* tragen häufig alle Astknoten Gametangienpaare). Der verlässlichste morphologische Unterschied besteht darin, dass *Ch. gymnophylla* auch an unberindeten Aststücken fertil ist, während bei *Ch. vulgaris* Gametangienpaare nur an berindeten Astteilen zu finden sind. Migula (1897) berichtet über die Abgrenzungsprobleme zu *Chara vulgaris*: „*Chara gymnophylla ist nicht das, was man im floristischen Sinne eine gute Art nennen würde. Sie zeigt so viele unzweifelhafte Uebergänge zur Ch. foetida* [*Ch. vulgaris*]*, dass sie nur als eine besonders charakteristische, nach einer bestimmten Richtung ausgebildete Formenreihe dieser Art aufzufassen ist … So leicht und sicher sich nun die typischen gymnophylla-Formen durch den völligen Mangel der Blattberindung von Ch. foetida unterscheiden lassen, so schwierig ist es, die zahllosen Uebergangsformen der einen oder anderen Art zuzuweisen*". Man findet tatsächlich regelmäßig Pflanzen mit teilweise unberindeten bis fast völlig unberindeten Ästen. Dies gilt auch für eine Reihe von Belegen in den verschiedenen Herbarien. Bei diesen gelingt keine sichere Unterscheidung. Aus diesem Grund gilt *Chara gymnophylla* etwa in Deutschland als nicht sicher nachgewiesen (Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands 2016).

Die verschiedenen Ausformungen von *Chara gymnophylla* sind stark von den Wuchsbedingungen beeinflusst (Bazzichelli and Abdelahad 2009). Darüber hinaus haben genetische Analysen gezeigt, dass es bei

„*Chara gymnophylla*" tylacanthe Formen (= *Ch. squamosa*) gibt, die eng mit *Chara contraria* und aulacanthe Formen, die mit *Chara vulgaris* näher verwandt sind (Schneider et al. 2016). *Chara gymnophylla* ist jedoch eine akzeptierte Art, die vor allem in Südeuropa zu finden ist (Bazzichelli and Abdelahad 2009).

Anmerkung: Im Herbarium PRC wurde ein tylacanther Beleg von „*Chara gymnophylla*" gefunden, der nach neuerer Erkenntnis als *Chara squamosa* Desf. zu bezeichnen ist (Romanov et al. 2024; Trbojević et al. 2024). Dieser stammt aus dem Herbar Beck und wurde 1883 „Im Thermalwasser bei Baden" in Niederösterreich gesammelt. In der Vergangenheit wurde auf die Unterscheidung der beiden Sippen nicht geachtet, nicht zuletzt auch deswegen, weil sich bereits die Abgrenzung dieser teilberindeten Arten zu sehr ähnlichen Formen der „normalen" Arten *Chara vulgaris* und *Chara contraria* als extrem schwierig gestaltete und weil an solchen Pflanzen häufig die Stacheln fehlen oder nur sehr schwach ausgebildet sind. Um die tatsächliche Verbreitung von *Chara squamosa* in Österreich festzustellen, sind zusätzliche Feld- und Herbarstudien nötig.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die bisherigen Angaben von *Chara gymnophylla* (inkl. *Ch. squamosa*) stammen hauptsächlich von kleinen Fließgewässern und Kleingewässern. Aufgrund der wenigen Beobachtungen ist eine Abschätzung der Bestandsentwicklung nicht möglich, aber eine Gefährdung anzunehmen. Bei den mehr oder weniger unberindeten Sippen gibt es erheblichen Forschungsbedarf.

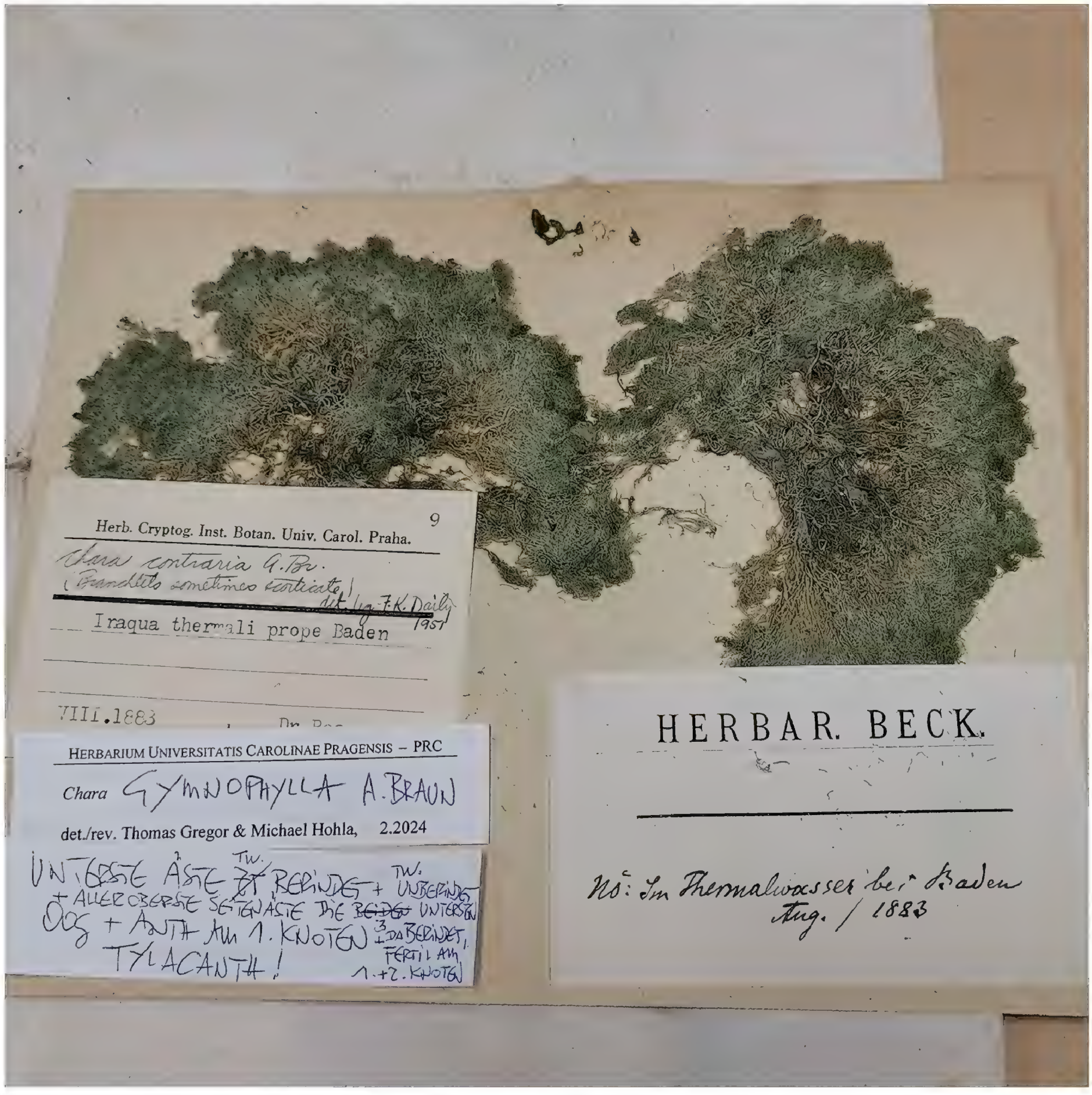


Figure 94. NÖ [Niederösterreich]: im Thermalwasser bei Baden, Aug. 1883, Herbar Beck. Im Herbarium PRC wurde dieser tylacanthe Beleg von „*Chara gymnophylla*" gefunden, der nach neuerer Erkenntnis als *Chara squamosa* Desf. zu bezeichnen ist, 20.2.2024 (Foto: M. Hohla).

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(W) Fraglich; Wien „um Meidling am Bach" (Migula 1897); es konnte kein Beleg zu dieser Angabe gefunden werden.

(N) Verschollen; es liegen einige Nachweise in Form von Herbarbelegen vor, etwa auf nassem Kies der Mündung des Schwechatbaches in die Schwechat dichten Rasen bildend (s. n., 1871, B); Baden. In der Schwechat an den Abflüssen der Bäder (A. Reuss, 1871, B); Baden: am Abflusse der Schwefelquellen in die Schwechat (A. Reuss, 1871, PRC); Baden bei Wien, Ausrinn des Johannisbades (H. W. Reichardt, 1875, W); Im Wasser der Schwechat in Baden an der Mündung der Schwefelbäder (E. Halacsy, 1871, WU); In einem Bach beim Magdalenenhof […] Langenzersdorf (A. Reuss, 1871, B).

(K) Selten; in den Katschthaler Alpen (R. Gussenbauer [1810–1874], s. d., KL) und in einem Moorgraben in Steindorf am Ossiacher See (D. Pacher, 1869, KL) verschollen. Eine Angabe in Migula (1897) bezieht sich auf einen Fund in einem Bassin des Schlossgartens zu Krumpendorf in Kärnten. Ganterer (1847) nennt genau denselben Fundort für *Chara vulgaris α gymnoclada*. Er beschreibt diese Pflanze folgendermaßen: Wirteläste *„bis 1" lang ganz unberindet, 5–6gliedrig, die 3 untersten Gelenke Sporen und Seitenästchen tragend und nur bei den obersten Wirteln ist das unterste der 3 Seitenästchen und sporentragenden Glieder berindet und oft mit ganz unberindeten Wirtelästen gemengt*". Laut der Fußnote bilde diese Sippe aber nur den Übergang zu *Chara gymnophylla* A. Braun. Im Jahr 2007 wurde bei einer Untersuchung des Wörthersees in einem der Transekte *Chara gymnophylla* festgestellt (Friedl et al. 2022), allerdings scheint in einer weiteren Liste in dieser Publikation (unter „Artenspektrum") lediglich „*Chara* cf. gymnophylla" auf. Dieser Fund ist also zweifelhaft.

(S) Sehr selten; auf der Pirnbachwiese zwischen Hinterthal und Egg, Mariaalm am Steinernen Meer (C. Wolkerstorfer, 2012, LI). Dieser Beleg wurde von T. Gregor 2017 bestimmt und 2018 von N. Abdelahad und R. Romanov bestätigt.

(T) Sehr selten; Samnaun Berge, Fließer Alpe, *Sphagnum*-Sumpf (L. Meierott, 2020, Herbarium Meierott, det. T. Gregor). – Im „*Stubbachthal in einer Moospfütze zwischen Fulpmes und Mieders*" (Migula 1897) fraglich. Im Herbar Jena (JE) liegt ein Beleg, der von P. Hora exakt an dieser Lokalität gesammelt und von H. Korsch auf *Chara vulgaris* revidiert wurde.

In einer weiteren Angabe von Migula (1897) heißt es: „Bäche um Neuhaus bei Cilli Steiermark". Dieser Fundort liegt heute knapp außerhalb von Österreich in Slowenien.

Chara hispida L. / Steifborstig-Armleuchteralge

Verbreitung: B, W, N, K, St, O, S, T†?, V
Naturräume: AL, NV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme, Moore, Klein- und Kleinstgewässer.
Gefährdung: EN (stark gefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 1.190 m s. m.

Morphologie: *Chara hispida* gehört zur Hartmannia-Gruppe (Blindow et al. 2024a), die durch robuste,

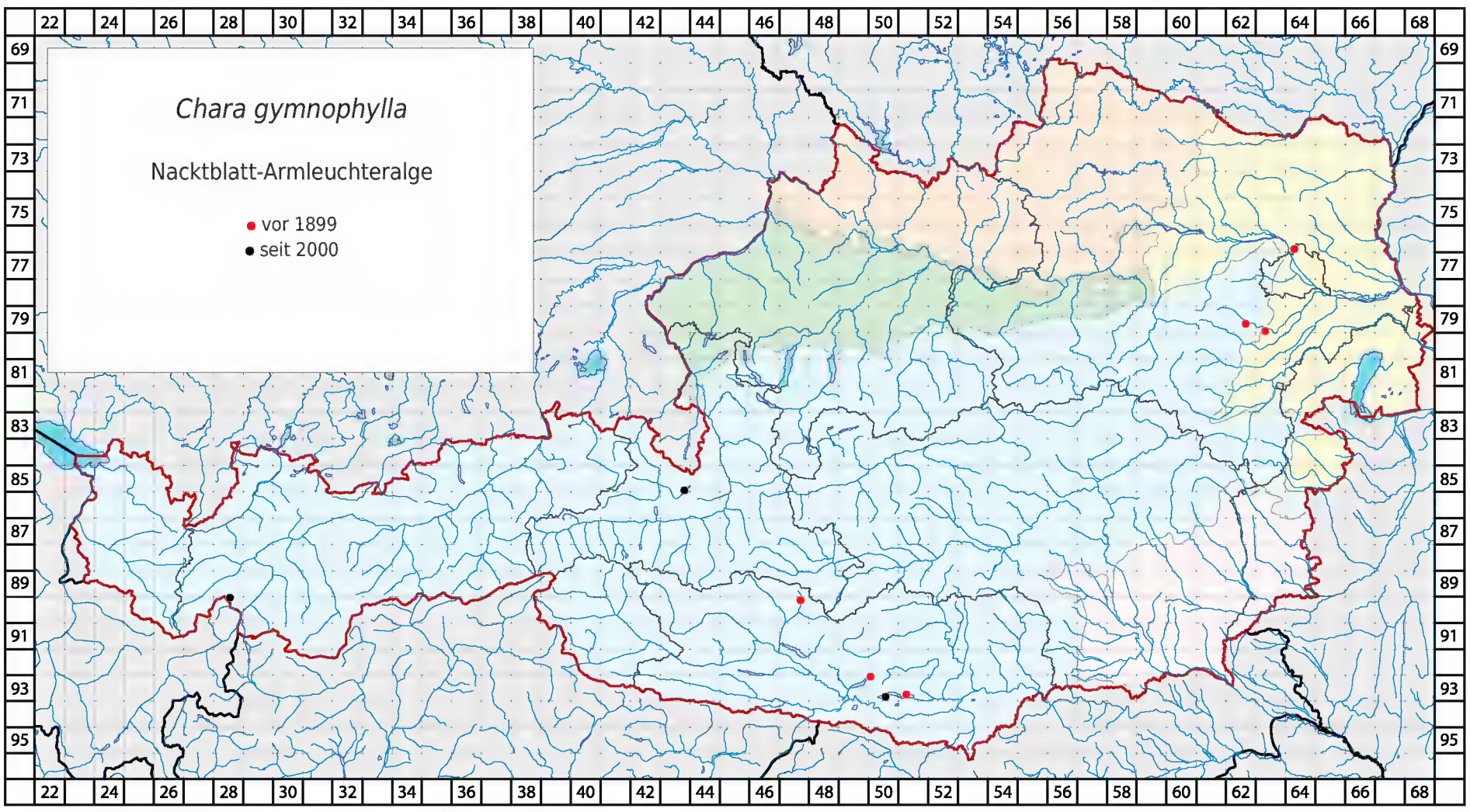


Figure 95. Verbreitung von *Chara gymnophylla* in Österreich.

Figure 96. *Chara hispida* aus dem „Pflegerteich" in Spital am Pyhrn, Oberösterreich, 30.7.2011 (Foto: M. Hohla).

großwüchsige (20 bis 100 cm, max. 200 cm) und reichlich bestachelte Arten definiert ist. In Österreich kommen aus dieser Gruppe *Chara aculeolata*, *Ch. hispida*, *Ch. papillosa* und *Ch. subspinosa* vor. Während Migula (1897) *Chara hispida* und *Ch. subspinosa* (Syn. *Ch. rudis*) als Arten trennte, wurden sie im 20. Jahrhundert zumeist zusammengefasst und erst in den letzten Jahrzehnten setzte sich erneut eine Trennung der beiden Arten durch. Die Sprosse von *Ch. hispida* haben einen bis 4 mm dicken Achsendurchmesser; die Art ist monözisch, diplostich und aulacanth, heterostich, ältere Abschnitte sind manchmal isostich; die Stacheln sind in Gruppen zu 2–3, selten zu 4 sternförmig angeordnet; sie stehen stets vom Spross ab; *Ch. hispida* hat 2 Stipularkränze. Gelegentlich gibt es Pflanzen, die sich nur schwer von *Ch. subspinosa* unterscheiden lassen. Genetisch sind diese beiden Arten durch die bisher verwendeten Untersuchungsmethoden nicht voneinander zu trennen (Arbeitsgemeinschaft Characeen Deutschlands 2016).

In vielen Fällen wurde bei Literaturangaben unter *Chara hispida* sowohl diese Art wie auch *Ch. subspinosa* verstanden (z. B. Thaler 1981; Maier 1985; Melzer 1995; Pall 1996; Pall et al. 2010a, 2016, 2024 u. a.). Deshalb wurden solche Angaben dem *Chara hispida* agg. zugerechnet. Viele ursprünglich als *Chara hispida* bestimmte Herbarbelege aus Österreich wurden als *Chara subspinosa* revidiert.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Steifborstig-Armleuchteralge ist eine Hartwasserart, die monodominante Bestände entwickeln kann. Sie ist vor allem im oligo- bis mesotrophen Bereich anzutreffen. Selten kommen *Chara hispida* und *Ch. subspinosa* gemeinsam vor (s. u.). Nach Jäger (2012) ist *Chara hispida* in Vorarlberg von Rückgängen betroffen; auch in der Thermenregion in Niederösterreich ist dies klar zu erkennen. Viele historische Vorkommen in dieser Region konnten nicht mehr bestätigt werden. Gleiches gilt für die Gewässer im Wiener Prater (s. u.), wo die Art heute nicht mehr wächst.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Selten; im Neusiedler See (K. Mergl, 1901, BRA; Pall et al. 2013a), im Neufelder See (Pichler 1997; D. Reich, R. Sander, 2015, WU), im Seewinkel (Raabe 2015), in Tadten, im Graben beim Dammweg (K.-G. Bernhardt, 2019, Herbar Bernhardt).

(W) Selten; vor allem in der Lobau (Schratt 1988; Schlögel 1997; Pall and Kum 2006; Kum 2016), im Mühlwasser (Wenzl 1987), selten in der Alten Donau (Löffler 1988), im 22. Bezirk im Himmelteich (A. Mrkvicka, I. Drozdowski, 2010, W), im 23. Bezirk im Pappelteich (C. Gilli, 2015, Herbar Gilli). – Im Prater (A. Reuss, 1871, B; A. Heimerl [1857–1942], s. d., LI, W) verschollen.

(N) Selten; in der Unteren Lobau (Schratt 1988; Pall and Kum 2006), im Schneidergrabensee (K. Pall, 2003, K. Pall, Fotobeleg), Untersiebenbrunn, seichtes Stehgewässer (M. Hofbauer u. D. Reich, 2015, LI. – Verschollen m Teich bei der Ziegelei unterhalb des Schafhofer bei Baden (A. Reuss, 1866, B), in Gräben bei Ebergassing (A. Reuss, 1871, B, W, WU), in Wiesen bei Ebreichsdorf (A. Reuss, B, 1872; Reuss 1873), in Gruben an der Bahn bei Mödling (A. Reuss, 1871, B u. W), bei Himberg (H. W. Reichardt in Leonhardi 1865), in Gräben um Velm (H. W. Reichardt, 1861, W), in Moosbrunn (F. Höhnel, 1904, LI) und in Tümpeln bei Achau bzw. zwischen Achau und Laxenburg (A. Heimerl [1857–1942], s. d., B, GZU, JE, KL, LI, PRC, W u. WU).

(K) Selten; im Wörthersee (F. Welwitsch [1806–1872], s. d., W; Migula 1897; dort rezent auch *Ch. subspinosa*!), möglicherweise verschollen; im Weißensee (W. Holzner, E. Hübl, 1979, WHB; KIS 2003); in verschiedenen anderen Seen nur als *Ch. hispida* agg., etwa im Faaker See (KIS 2003), möglicherweise dort ebenfalls *Ch. hispida* vorhanden.

(St) Sehr selten; im Hechtensee (Á. Boros, 1923, BP; Holzner et al. 1978–1980; Edlinger and Hegger 1984; Schratt 1993), im Erlaufsee (I. Blindow, A. Holzhausen, H. Schubert, 2018, Krautkrämer 2018). – In Sümpfen bei Mariazell (s. n., W; Migula 1897) verschollen.

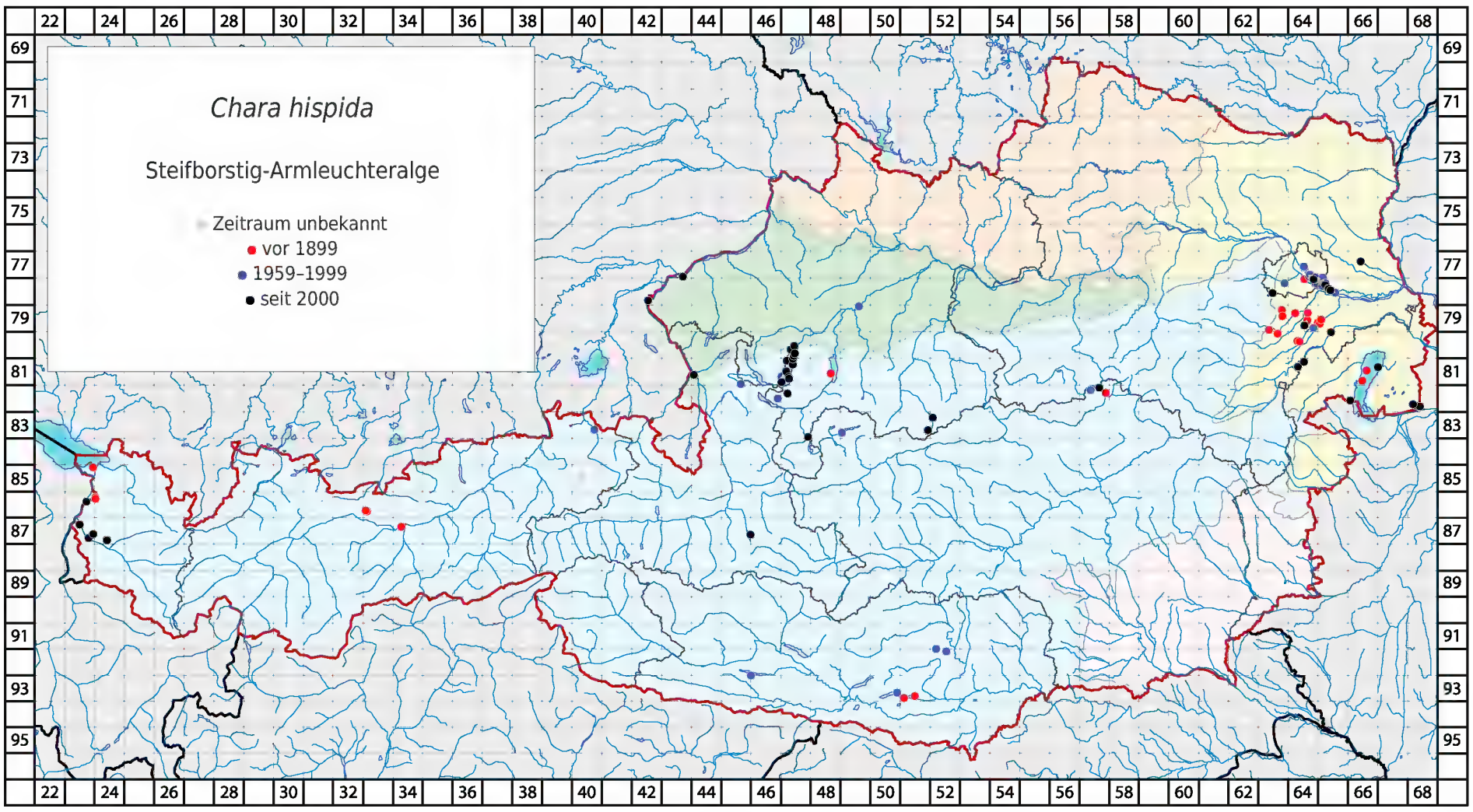
(O) Zerstreut; im Schwarzensee (W. Holzner, ca. 1975, WHB), im Attersee (L. van Campen, 1980, WHB; W. Holzner, 1980, WHB; M. Hofbauer, A. Holzhausen, P. Nowak, 2018, WU), Fischlhamer Au bei Lambach, Altwasser (R. Krisai, 1982, LI), St. Radegund, in einem Quellteich (M. Hohla, 2008, LI; Hohla 2022), im Halleswiessee (P. Pilsl, 2018, Herbar Pilsl), im Pflegerteich in Spital am Pyhrn (M. Hohla, 2011, LI; W. Diewald, 2019, Herbar Diewald; Hohla and Gregor 2011a, b) und im Teich am Edlbach in Spital am Pyhrn (M. Hohla, 2011, LI). – Im Traunsee (L. Heufler, 1859, W) verschollen. Im Schwarzensee, im Attersee und in St. Radegund kommt *Chara subspinosa* ebenfalls vor. Unklar ist, ob sich in den Angaben von *Chara hispida* in Pall et al. (1010a) für den Attersee nicht doch auch weitere Vorkommen dieser Art befinden; dort ist jedenfalls *Chara subspinosa* die vorherrschende Art aus diesem Aggregat.

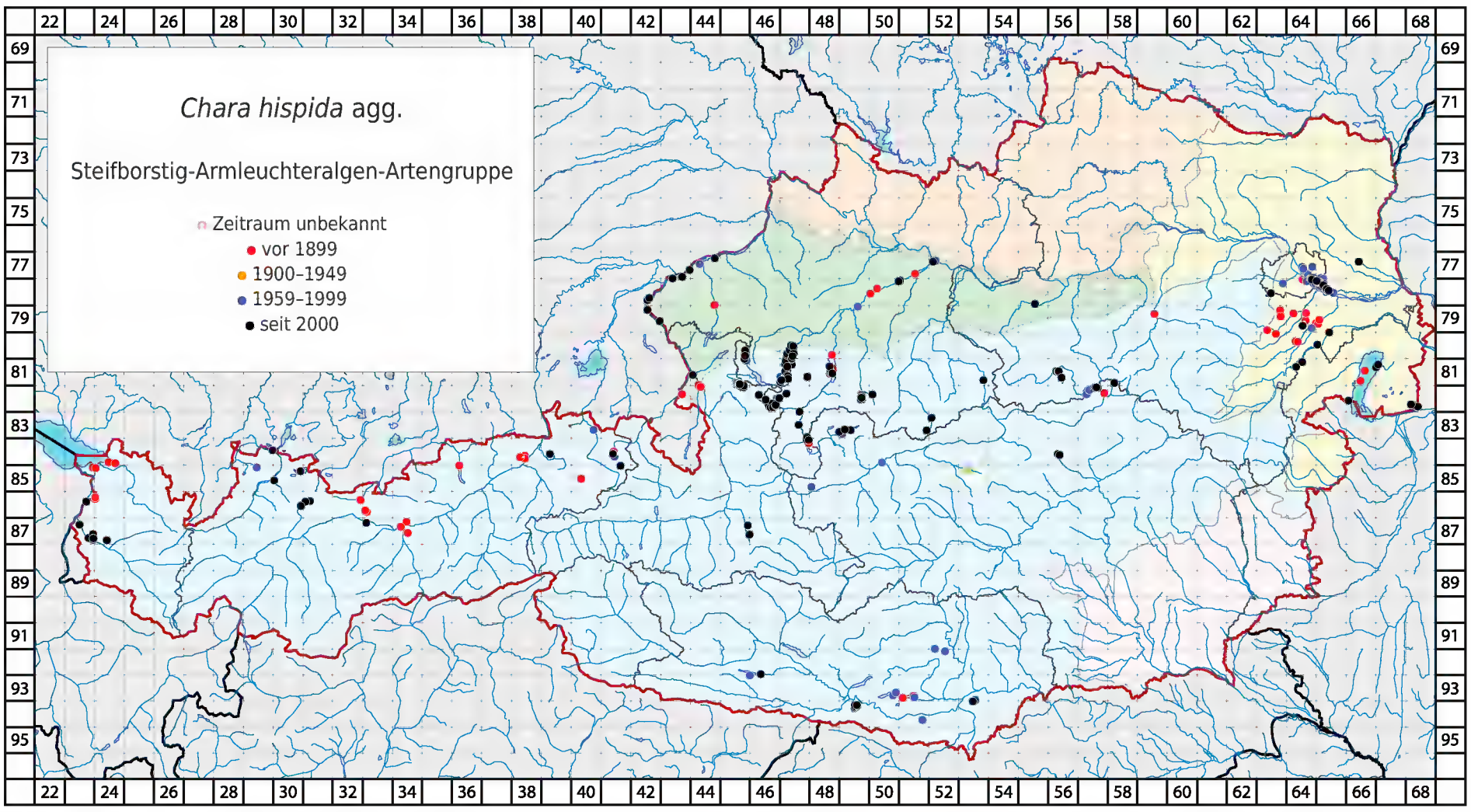
(S) Sehr selten; im Fuschlsee (B. Edlinger, L. van Campen, 1980, WHB; auch Thaler 1981, Langangen 2017 und Pall et al. 2016), im Jägersee in St. Johann im Pongau (T. Gregor, 2020, FR), im Badesee Liefering

in der Stadt Salzburg (2023, Herbarien Bernhardt, Böhm, Gregor; Hohla and Diewald 2024); im Fuschlsee aber auch *Ch. subspinosa*!

(T) Verschollen; Gießen ober der Schwimmschule in Innsbruck (F. Leithe, 1868, LI), in Kitzbühel (s. n., s. d., LI), im Seefelder Moos (L. Heufler, 1840, M; O. Bulnheim, 1855, REG; vgl. auch Ganterer 1847, Dalla Torre und Sarnthein 1901) und im Kössener Achental in einem Wassergraben (A. Polatschek, 1972, W). Einige Angaben von *Chara hispida* aus Tirol wurden dem Aggregat zugeordnet. Die tatsächliche Verbreitung dieser Art in Tirol ist noch zu klären.

(V) Zerstreut; nach Jäger (2012) liegt der Verbreitungsschwerpunkt aktuell im weiter gefassten Übergangsbereich vom Rheintal zum Walgau. *Chara hispida* war laut historischer Angaben zumindest im unteren Rheintal ab Hohenems häufig und ist heute dort verschwunden (Bruhin 1868). Weitere Angaben aus Sekundärgewässern: im Schwarzen See bei Satteins, im Fallersee bei Schnifis, im Freibad Untere Au in Frastanz, im Baggersee Rüttenen bei Gisingen und in der Sandgrube bei Mäder (alle Jäger 2012). Ob alle Angaben wirklich *Chara hispida* zuzuordnen sind, ist noch zu klären.





Figures 97, 98. Verbreitung von *Chara hispida* und *Chara hispida* agg. (*Ch. hispida* und *Ch. subspinosa*) in Österreich.

Chara papillosa Kütz. / Kurzstachel-Armleuchteralge

Synonym: *Chara intermedia* A.Braun
Verbreitung: B, W, N, K, St†, O, S, T, V
Naturräume: AL, NV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Moore, Klein- und Kleinstgewässer, salzbeeinflusste Lebensräume
Gefährdung: VU (gefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 1.780 m s. m.

Morphologie: *Chara papillosa* ist eine wenig verzweigte, unauffällig bestachelte Pflanze. Sie ist mittelgroß (8 bis 80 cm, max. 105 cm), monözisch, diplostich, heterostich und tylacanth. Die Stacheln sind kürzer als der Achsendurchmesser und einzeln oder in Gruppen zu 2–3 angeordnet. *Ch. papillosa* hat zwei Stipularkränze.

Neuere genetische Untersuchungen haben ergeben, dass sich hinter dem Namen *Ch. papillosa* in Mitteleuropa zwei unterschiedliche Sippen verbergen könnten (Boegle et al. 2007; Blindow et al. 2024b). Hier besteht noch Forschungsbedarf. Bei einer Trennung der beiden Sippen bezieht sich der Name *Chara papillosa* auf die Sippe von Binnensalzstandorten. In Österreich könnte dies das Vorkommen im Neusiedlersee-Gebiet betreffen. Für die in Österreich verbreitete Sippe nicht salzhaltiger Stellen wäre der Name *Chara visianii* anwendbar.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die meisten österreichischen Vorkommen der Kurzstachel-Armleuchteralge befinden sich in Seen, seltener tritt sie in kleineren Gewässern auf. Die Art ist vor allem im oligo- bis mesotrophen Bereich anzutreffen. *Ch. papillosa* hat Rückgänge zu verzeichnen, wie einige rezent nicht mehr bestätigte historische Vorkommen in der Steiermark und in Tirol zeigen (s. u.).

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Selten; im Neusiedler See (Pall et al. 2013a), im Neufelder See (Pichler 1997) und in einer Kiesgrube im Seewinkel (K.-G. Bernhardt, 2015, Herbar Bernhardt).

(W) Sehr selten; in der Lobau (Pall and Kum 2006), in der Alten Donau (Löffler 1988). – Im Kaiserwasser (M. Schlereth, 1891, PRC) und in einem Bassin des Botanischen Gartens (H. W. Reichardt, 1864, W; Leonhardi 1865) verschollen.

(N) Sehr selten; in der Unteren Lobau (Pall and Kum 2006); in einem Quelltümpel des Jesuitenbaches in Gramatneusiedl (M. Hohla & N. Sauberer, 2023, LI; dies ist eine Bestätigung historischer Angaben wie etwa von H. W. Reichardt, 1861, W; A. Heimerl, 1884, LI und Reuss 1873).

(K) Mäßig verbreitet; in den Seen häufig, etwa im Faaker See (KIS 2003; M. Hohla & T. Gregor, 2020, LI), im Weißensee (Holzner et al. 1978–1980; KIS 2017; Prochinig 2021; K. van de Weyer, 2010; Herbar van de Weyer), im Wörthersee (Ganterer 1847; KIS 2007), im Millstättersee (Prochinig 2023a, b), im Kleinsee (U. Prochinig, 2020), im Penkensee (U. Prochinig, 2021 u. 2022), im Magdalenensee (Prochinig 2025), im Kleinsee (U. Prochinig, 2021) und im Silbersee südwestlich St. Ulrich nördlich Drau (T. Gregor, 2020, FR). – Im Ossiacher See (Ganter 1847) und im Grünen See, Turracher Höhe (F. Buxbaumer, 1922, W) verschollen.

(St) Verschollen; in einem Fischteich in Aussee (K. Rechinger, 1904, W).

(O) Zerstreut; vor allem im Attersee (Pall 2016; Pall et al. 2010a; Hohla and Gregor 2011a; Diewald and Oertel 2015), im Traunsee (F. Mörl, 1861, W; Pall et al. 2023), im Egelsee bei Misling (M. Hohla, 2008, LI), im Irrsee (T. Gregor et al., 2009, LI), im Hallstätter See (W. Holzner, ca. 1975, WHB), im Schiederweiher (T. Gregor, 2008, FR, LI u. Herbar König), seltener im Nördlichen Vorland, etwa in einem verlandeten Fischteich in Hundslau bei St. Peter am Hart (W. Diewald, 2016, Herbar Diewald; Hohla 2022), in Ästegraben E Weikerlsee nahe Linz (Strausz et al. 2004). – In der Ager ober Kösslwang (F. Mörl, 1861, W) verschollen.

(S) Selten; vor allem im Wolfgangsee (Pall et al. 2016), im Wallersee (Pall et al. 2015), im Lieferinger Badesee in der Stadt Salzburg (H. Korsch et al., 2023, FR; Hohla 2024).

(T) Selten; im Achensee (Pall et al. 2011), im Görfe Moor im Naturpark Kaunergrat (Pagitz et al. 2005), im Hochmoorkomplex Bärenbadmoor in Fließ (Rott and Pfister 2005). – Im Lanser Moor (F. Leithe, 1869, LI; Leithe 1885, Dalla Torre and Sarnthein 1901, Feuerstein 1933) und im Reintaler See (F. Leithe, 1871, LI; Leithe 1885, Dalla Torre und Sarnthein 1901) verschollen.

(V) Sehr selten; in einem Baggersee im Kopfloch im Alten Rhein (Jäger 2012).

Figure 99. *Chara papillosa* im Weißensee in Kärnten, 5.8.2010 (Foto: K. van de Weyer).

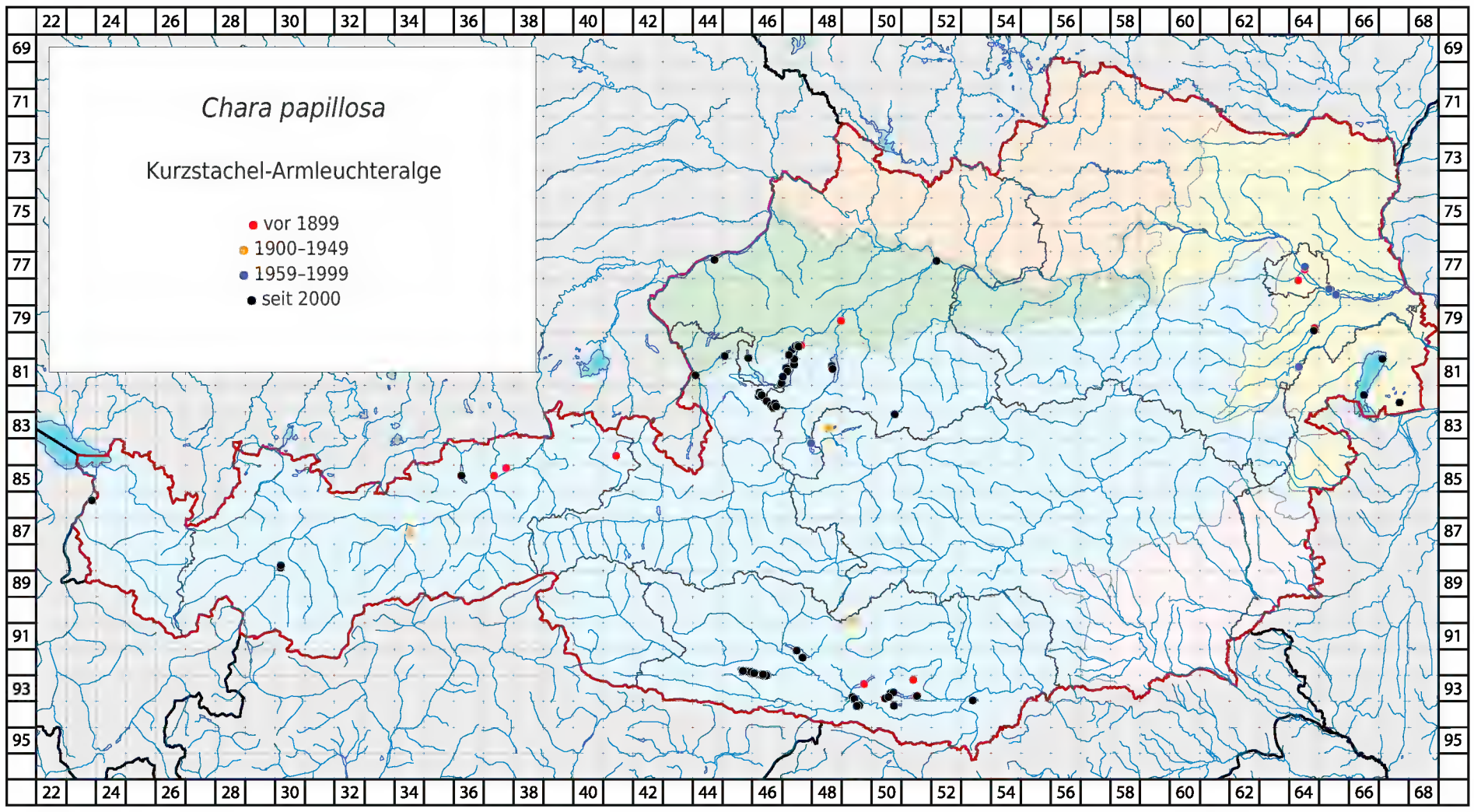


Figure 100. Verbreitung von *Chara papillosa* in Österreich.

***Chara strigosa* A.Braun / Striemen-Armleuchteralge**

Verbreitung: St, O, S, T, V
Naturräume: AL, NV†
Habitate: Seen, Bäche, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: EN (stark gefährdet)
Gefährdungsursachen: Nährstoffeintrag, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb, Klimaerwärmung
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 420 m s. m., höchstes Vorkommen: 1.640 m s. m.

Morphologie: *Chara strigosa* ist eine kleine (4 bis 25 cm), oft stark verkalkte Art. Typisch ist der sehr regelmäßige Bau der Quirle. *Ch. strigosa* ist monözisch, diplo- bis triplostich und tylacanth. Die Stacheln sind zu 2–5 gebündelt und so dicht, dass sie die Rinde meist verdecken. Durch die dichte Bestachelung und den etwas gedrängten Wuchs sind die Pflanzen außerhalb des Wassers formstabil. Die Art hat zwei Stipularkränze.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Striemen-Armleuchteralge ist eine Art der klaren, kalkreichen, oligotrophen Seen. Eine Ausnahme bildeten die beiden heute verschollenen Vorkommen in einem Tümpel nächst dem Häretinger See in Oberösterreich und in einem Bächlein bei Mondsee (s. u.). Einige historische Vorkommen konnten nicht mehr bestätigt werden; dies lässt auf Rückgänge schließen.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(St) Sehr selten; im Grundlsee (Holzner et al. 1978–1980; Drozdowski et al. 2015). – In der Traun bei Aussee bzw. in der Oedenseer Traun b. Aussee (O. Bulnheim, 1855, M, REG u. W; Migula 1897) bzw. in Aussee (Sydow 1882) verschollen.

(O) Zerstreut; im Hallstätter See (W. Reuss, 1868, B; T. Gregor & M. Hohla, 2007, LI; Pall et al. 2020b), im Vorderen und Hinteren Langbathsee (Braun und Nordstedt 1882, M. Hohla, 2011, LI; Holzner et al. 1978–1980; Hohla and Gregor 2011a, b; Hohla and Diewald 2024). – In einem den Egelsee bei Schörfling und den Mondsee verbindenden Bächlein (1863, J. Mörl, W; Leonhardi 1864; Pötsch und Schiedermayr 1872) bzw. im Mondsee (Sydow 1882) verschollen.

(S) Sehr selten; im Eibensee in St. Gilgen (C. Arming, 2015, LI; W. Diewald, 2017, Herbar Diewald). Bereits Storch (1857) nennt diese Art für das Herzogtum Salzburg. Nach Leonhardi (1864) bezog sich diese Angabe jedoch auf den Königssee in Bayern.

(T) Selten; im Fernsteinsee (E. Rott, 2005, IB; K. van de Weyer, 2023, Herbar Bernhardt); im Weißensee (E. Rott, 2005, IB; Rott et al. 2007), im Blindsee bei Biberwier (K. van de Weyer, 2008, Herbar

Figure 101. *Chara strigosa* aus dem Hinteren Langbathsee, Oberösterreich, 11.8.2011 (Foto: M. Hohla).

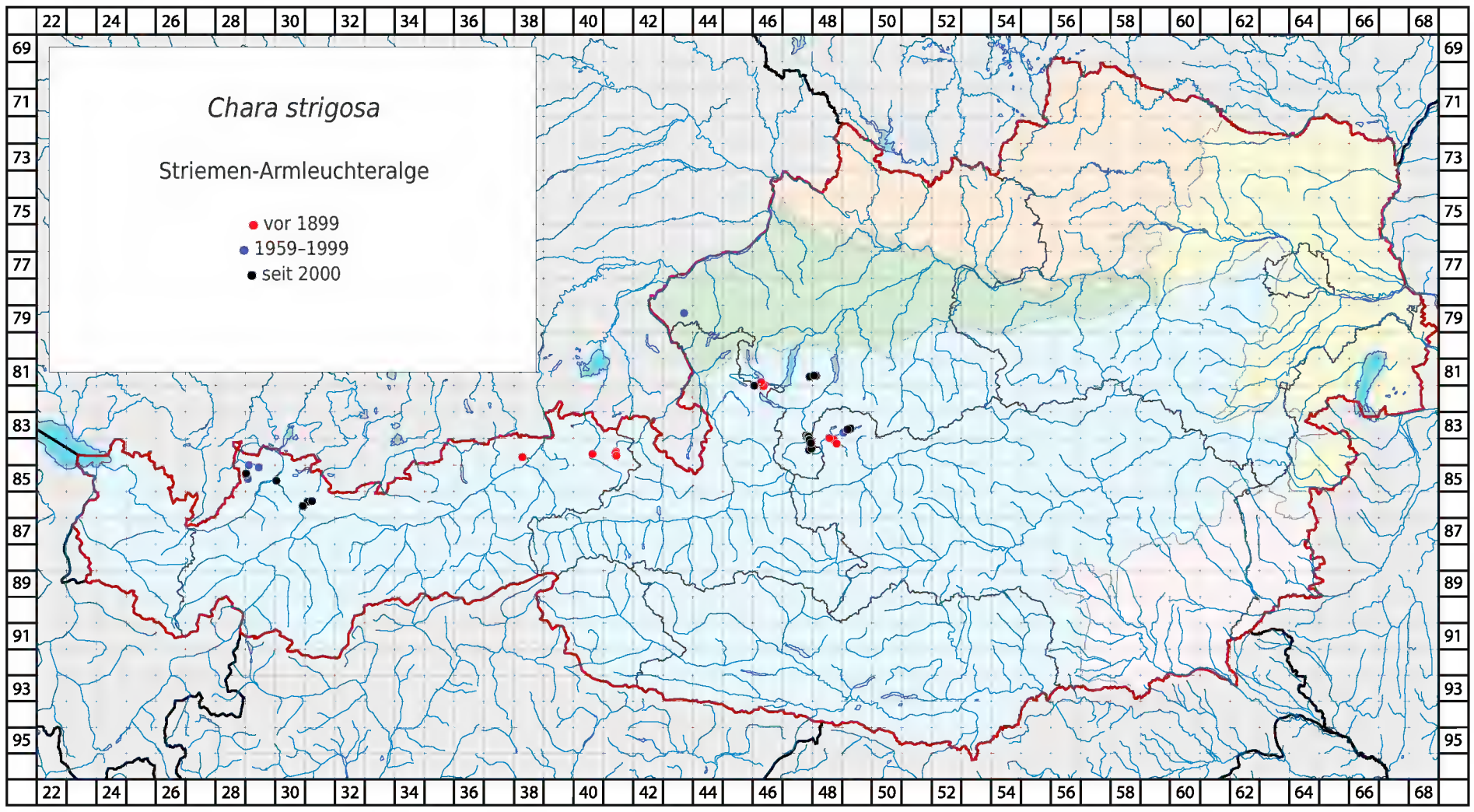


Figure 102. Verbreitung von *Chara strigosa* in Österreich.

van de Weyer), im Vilsalpsee (T. Schauer, 1977, Herbar Krause/Iffeldorf; Schauer 1978), im Traualpsee (Schauer 1978), im Haldensee (U. Buschbom, 1982, Herbar Krause/Iffeldorf), im Riedener See (K. Pagitz, 2022, IB). – Im Mariasteiner See (F. Leithe, 1871, LI; Braun and Nordstedt 1882; Leithe 1885) und im Pillersee (F. Leithe, 1870, LI; Sydow 1882; Dalla Torre and Sarnthein 1901) verschollen.

Chara subspinosa Rupr. / Furchenstachel-Armleuchteralge

Synonym: *Chara rudis* A.Braun
Verbreitung: W, N, K, St, O, S, T, V
Naturräume: AL, NV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme, Bäche, Moore, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: NT (Vorwarnstufe)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb.
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 150 m s. m., höchstes Vorkommen: 1.180 m s. m.

Morphologie: *Chara subspinosa* gehört gemeinsam mit *Ch. hispida* zur Hartmannia-Gruppe (Blindow et al. 2024a), die durch robuste, großwüchsige (20 bis 90 cm) und reichlich bestachelte Arten gekennzeichnet ist. Während Migula (1897) *Chara hispida* und *Ch. subspinosa* (Syn. *Ch. rudis*) als Arten trennte, wurden sie im 20. Jahrhundert zumeist zusammengefasst und erst in den letzten Jahrzehnten setzte sich erneut eine Trennung der beiden Arten durch. Die Sprosse von *Ch. subspinosa* haben einen ca. 1,0 bis 1,2 mm dicken Achsendurchmesser; die Art ist monözisch, diplostich und aulacanth, auffallend heterostich, bis hin zur Überdeckung der primären Rindenreihen durch die stark entwickelten sekundären Rindenreihen; Stacheln sind in Gruppen zu 2–3 angeordnet; die Stacheln von Stachelpaaren weisen dabei in entgegengesetzten Richtungen; bei Dreiergruppen ist der dem Quirl zugewandte Stachel häufig deutlich kürzer; die Stacheln stehen meist nur wenig ab; *Ch. subspinosa* hat 2 Stipularkränze mit spitzen Stipularen, die kürzer sind als der Sprossdurchmesser. Gelegentlich gibt es Pflanzen, die nur schwer von *Ch. hispida* zu unterscheiden sind. Genetisch sind diese beiden Arten durch die bisher verwendeten Untersuchungsmethoden nicht voneinander zu trennen (Arbeitsgemeinschaft Characeen Deutschlands 2016). Viele ursprünglich als *Chara hispida* bestimmte Herbarbelege aus Österreich erwiesen sich als *Chara subspinosa*.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Furchenstachel-Armleuchteralge ist eine Hartwasserart, die monodominante Bestände entwickeln kann. Sie ist vor allem im oligo- bis mesotrophen Bereich anzutreffen. Selten kommen *Chara subspinosa* und *Ch. hispida* gemeinsam vor (s. o. und unter *Ch. hispida*). Die vielen verschollenen Vorkommen in Tirol und Vorarlberg lassen auf einen Rückgang schließen. Allerdings ist eine fundierte Einschätzung der Bestandsentwicklung bei dieser Art nicht möglich, da sie in der Vergangenheit oft mit *Chara hispida* zusammengefasst wurde.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(W) Selten; in der Alten Donau (Reuss 1873; Migula 1897; W. Holzner, 1979, WHB), im 23. Bezirk im Pappelteich (M. Sabor, 2022, LI). – Im Prater (A. Reuss, 1871, B; Migula 1897) verschollen.

(N) Selten; in der Paul-Helfers-Quelle (M. Hohla & N. Sauberer, 2023, LI), in einem Schotterteich bei Euratsfeld (F. Essl, 2015, LI), im Lunzer See (K.-G. Bernhardt, 2018, Herbar Bernhardt; Mähnert 2015), im Erlaufsee (W. Holzner, 1974, WHB; Pichler 1996, Berger and Schagerl 2004), im Mittersee (A. Holzhausen et al., 2018, Krautkrämer 2018). – In Moosbrunn (C. M. Diesing [1800–1867], s. d., W), in einem stehenden Wasser unter einer Eisenbahnbrücke zwischen Neusiedl und Ebergassing (H. Dingler, 1871, B) und in der Roten Au, Scheibmühl bei St. Pölten (Herbar Wiesbaur [1836–1906; vgl. Speta et al. 2019], s. d., LI) verschollen.

(K) Selten; im Klopeiner See (Kusel-Fetzmann und Lew 1972; KIS 2017), in Ferlach in den Karawanken (Morawetz, s. d., WU), im Lendkanal vom Wörthersee abzweigend (W. Krause W & G. H. Leute, 1985, Herbar Krause/Iffeldorf).

(St) Zerstreut; im Grundlsee (O. Bulnheim, 1855, JE u. REG; Favarger und Rechinger 1905; M. Hofbauer et al., 2017, WU), im Altarm der Enns in Pürgg-Trautenfels (L. Kutschera, 1984, KL), in einer Tümpelquelle bei Ramsau-Kulm (H.-C. Vahle, 1989, Herbar Krause/Iffeldorf), im Grünen See bei Tragöß (F. Dippold, 2015, LI), im Pfarrerteich in Tragöß (D. Reich, 2016, WU), im Hubertussee (F. Essl, 2015, LI; M. Sabor, 2023, LI), im Erlaufsee (A. Grunow [1826–1914], s. d., W; Mähnert 2015; S. Oldorff et al., Krautkrämer 2018; T. Gregor, 2018, FR), im Hechtensee (W. Holzner, ca. 1975, WHB; Pichler 1996). – Im Altausseer See (Favarger and Rechinger 1905) und im Gaishornsee (R. Wettstein [1863–1931], s. d., WU) verschollen.

(O) Mäßig verbreitet; häufig in den Salzkammergutseen, etwa im Almsee (K. Schiedermayr [1818–1895], s. d., W; Leonhardi 1864; Langangen 2017; Hohla and Diewald 2024), im Großen Ödsee (Hohla and Diewald 2024), im Badesee Weyer (P. Prack, 2016, LI), im Attersee (F. Mörl [1803–1867], s. d., LI; T. Gregor et al., 2009, LI; Hohla and Diewald 2024), im Hallstätter See (L. Holtz, 1861, M und W; Leonhardi 1864; Pall 2020b), im Irrsee (R. Krisai, 1980, LI; Diewald et al. 2015), im Hinteren Langbathsee (K.-G. Bernhardt, 2023, Herbar Bernhardt), im Halleswiessee (P. Pilsl, 2008, Herbar Pilsl), im Schwarzensee (T. Gregor et al., 2008, LI; A. Langangen, 2015, LI), im Traunsee (T. Gregor et al., 2008, LI; Hohla and Diewald 2024) sowie in weiteren Teichen des Salzkammergutes; in den Auen an der Salzach bei Ostermiething (M. Hohla, 2006, LI), bei Überackern (M. Hohla, 2007, LI; Hohla and Diewald 2024), in den Innauen bei Mining (M. Hohla, 2006, LI), in den Traunauen bei Linz (F. Lenglachner, 2007, LI); seltener in Teichen im Nördlichen Vorland, etwa im Naturschutzgebiet Sammersdorf bei Pucking (A. Lugmair, 2016, LI). – Im Stechlweiher in Braunau (R. Krisai, 1961, LI), in der Mattig in Mattighofen (Schiedermayr 1894), in den Traunauen bei Wels (J. Böck, 1863, LI), in der Fischlhamer Au bei Lambach (R. Krisai, 1982, LI) verschollen.

(S) Zerstreut; im Fuschlsee (M. Hohla, 2013, LI), im Jägersee im Kleinarlthal (Leonhardi 1864; Anonymus 1864a; P. Pilsl, 2012, Herbar Pilsl, T. Gregor, 2020, FR), in St. Johann im Pongau, Kleinarl (R. Kaiser, 2012, Herbar Kaiser). – In den Auen bei Salzburg (Leonhardi 1864) und in Gräben bei St. Joseph in Salzburg (s. n., 1825, KL) verschollen. Zusätzlich vermutlich noch viele der Angaben von *Chara hispida* in Pall et al. (2016) für den Fuschlsee und Wolfgangsee; allerdings wurde im Fuschlsee auch *Ch. hispida* nachgewiesen!

(T) Zerstreut; im Pillersee (Ganterer 1847; Braun 1847a; M. Falch, 2021, IB; M. Mallaun, 2024, LI), in einem Wassergraben im Kössener Achental (A. Polatschek, 1972, W), im Wiesensee N Hochfilzen (W. Diewald, 2019, Herbar Diewald), im Haldensee (U. Buschbom, 1982, Herbar Krause/Iffeldorf), im Blindsee bei Biberwier (K. van de Weyer, 2008, Herbar van de Weyer), im Plansee (F. Leithe, 1881, LI; Rott et al. 2007), im Fernsteinsee bei Nassereith (K. van de Weyer, 2008, Herbar van de Weyer), im Weißensee (Rott et al. 2007), in einem Teich bei Pettnau, Gaisau (K. Pagitz, 2023, IB). – Verschollen an vielen früheren Fundorten: im Seefelder Wildsee (F. Leithe, 1871, LI; Leithe 1885; F. Stolz, 1894, JE), im Weitachsee (F. Leithe, 1871, LI; F. Stolz, 1894, JE), in Mühlau bei Innsbruck (A. Kerner [1831–1898], s. d., WU; Dalla Torre and Sarnthein 1901), im Achensee (F. Leithe, 1871, LI; Dalla Torre and Sarnthein 1901), im Hintersteiner See bei Kufstein (F. Leithe, 1870, LI; Leithe 1885; Dalla Torre and Sarnthein 1901), im Schwarzsee bei Kitzbühel (F. Unger, 1840, W) und im Mariasteiner See (F. Leithe, 1871, LI; J. Juratzka [1821–1878], s. d., W; Braun and Nordstedt 1882).

(V) Selten; im Walgau bei Frastanz in der Unteren Au und im Satteinser Baggersee (1998) sowie im Segenbach (2003, Jäger 2012). – Im Bodensee bei Bregenz (K. Giesenhagen, 1892, M; Migula 1897, Dalla Torre and Sarnthein 1901) verschollen. Möglicherweise gibt es weitere Vorkommen, die unter *Chara hispida* angegeben wurden (Jäger 2012).

Figure 103. *Chara subspinosa*-Rasen im Almsee, Oberösterreich, 16.7.2023 (Foto: K. van de Weyer).

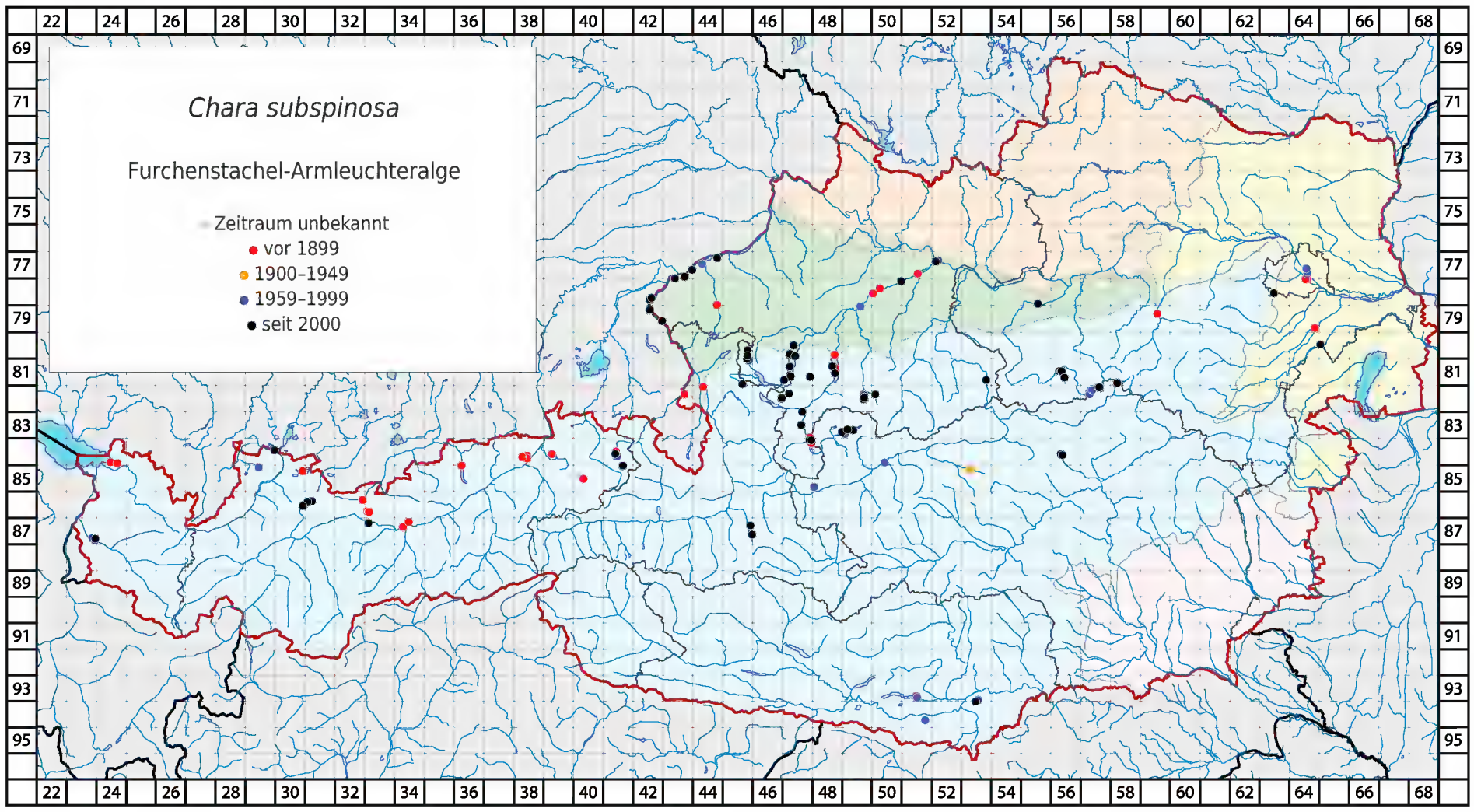


Figure 104. Verbreitung von *Chara subspinosa* in Österreich.

Weitere Literatur: Pötsch and Schiedermayr (1872), Hohla and Gregor (2011a, b), Hohla (2022).

Chara tenuispina A.Braun / Dünnstachel-Armleuchteralge

Synonym: *Chara kokeilii* A.Braun
Verbreitung: B, N†, K†, S
Naturräume: AL†, NV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Moore, Klein- und Kleinstgewässer, salzbeeinflusste Lebensräume
Gefährdung: VU (gefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, dauerhafte Austrocknung
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 450 m s. m.

Morphologie: *Chara tenuispina* ist eine dünne, breit verzweigte, kleinwüchsige (1,5 bis 25 cm, max. 45 cm) Pflanze, die am Sprossende kopfartig („vogelnestförmig“) zusammengedrängt sein kann. Sie ist frischgrün und weist nur gelegentlich Kalkinkrustierungen auf. Die äußersten 2–3 Astenden sind dünn, unberindet, oft stark verlängert und getrocknet stark glänzend. Die Art ist monözisch, triplostich; die extrem dünnen Stacheln sind länger als der Sprossdurchmesser und stehen einzeln auf den Rindenzellen. Oft sind diese bereits abgefallen. Die Stipularkränze sind 2-reihig; die Stipularen sind schmal und spitz; die oberen Stipularen sind länger als der Sprossdurchmesser.

Die von manchen Autorinnen und Autoren als eigene Art behandelte *Chara kokeilii* (Braun 1847a; Krause 1997; Koletić et al. 2021 u. a.) wird mangels eindeutig unterscheidbarer Merkmale in *Ch. tenuispina* inkludiert (vgl. Gąbka and Urbaniak 2024). Braun gibt in seiner Beschreibung folgendes von *Chara kokeilii* an: „*Die gleichfalls in diese Gruppe gehörige, äusserst seltene Ch. tenuispina ist durch zarteren Bau, zahlreichere und noch feinere Stacheln und noch kleinere Samen mit wenigeren Streifen abweichend.*“ Dabei handelt es sich jedoch ausschließlich um quantitative, nicht aussagekräftige Merkmalsunterschiede. Es ist zu vermuten, dass es sich bei den der Erstbeschreibung zugrundeliegenden Pflanzen aus Klagenfurt um junge, noch kaum berindete Exemplare von *Chara tenuispina* gehandelt hatte, deren Sprossenden noch nicht kopfartig zusammengezogen waren. Dies ist etwa bei dem im Herbarium in Klagenfurt liegenden Beleg (s. u.) zu erkennen. Auch Werner Krause bezeichnete *Chara kokeilii* als „*taxonomisch unklar und schwer überschaubar*“ (Krause 1986).

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Dünnstachel-Armleuchteralge ist eine wärmeliebende Flachwasserart, die in Österreich vor allem die kleinen Salzlacken und Seen des Seewinkels besiedelt (s. u.). Vor allem in regenreicheren Jahren ist die Art dort stellenweise reichlich zu finden. Zwei historische Vorkommen in anderen Bundesländern sind verschollen.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(B) Zerstreut; im Neusiedler See (Weisser 1970; Kusel-Fetzmann 1979; Pall et al. 2013a; Bolender and Raabe 2022; Raabe 2024) und in den Salzlacken und Seen des Seewinkels (W. Krause, 1977, Herbar Krause/Iffeldorf; P. Diederich, 1984, Herbar Krause/Iffeldorf).
(N) Verschollen; in Moosbrunn (C. M. Diesing, 1841, W).
(K) Verschollen; in Klagenfurt (F. Kokeil [1802–1865], s. d., W; s. n., s. d., PRC), ebenso unter *Chara kokeilii* in Gräben am Wörthersee bei Klagenfurt (F. Kokeil,

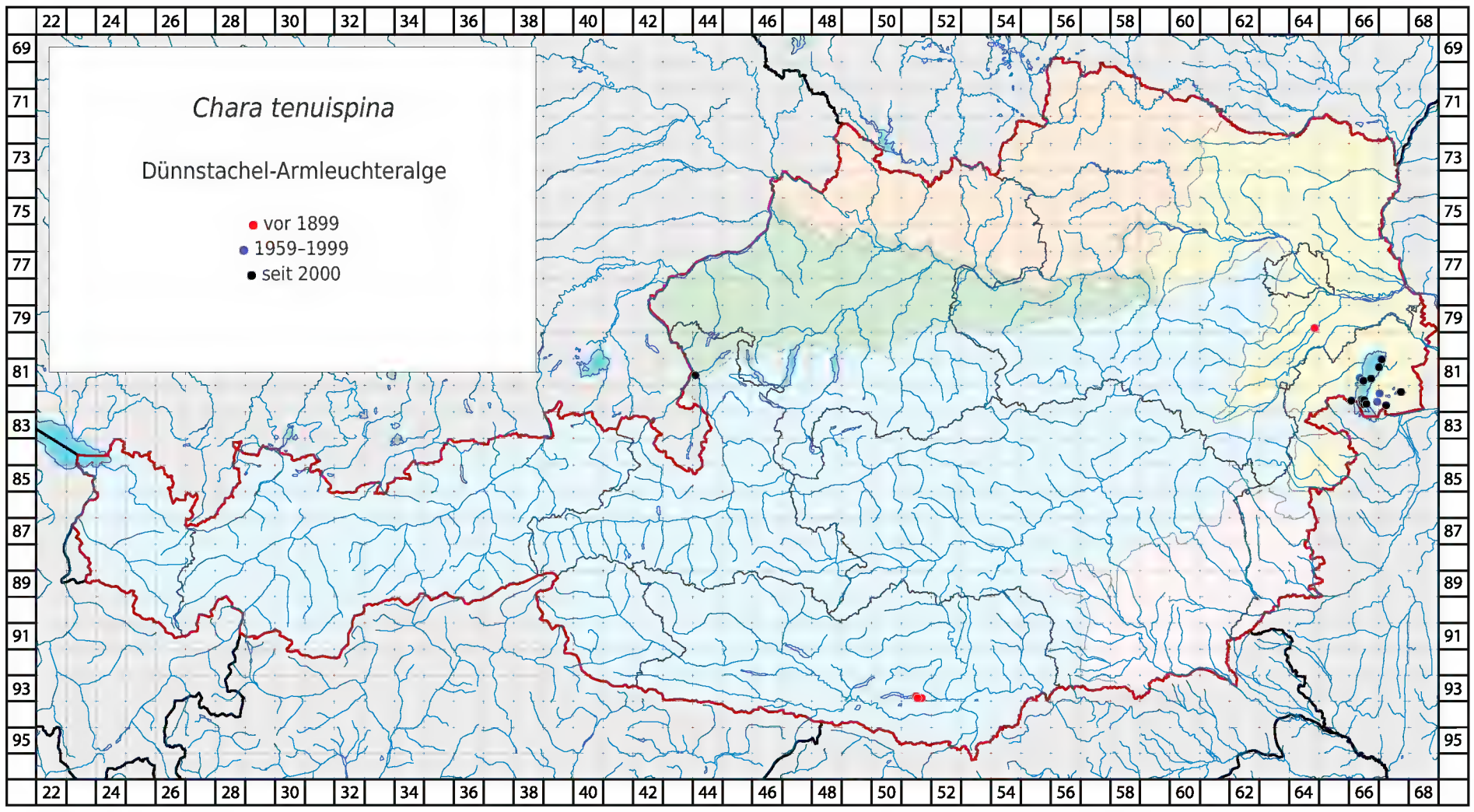


Figure 105. Verbreitung von *Chara tenuispina* in Österreich.

1844, JE; Herbar Kokeil, s. d., KL; Braun 1847a; Ganterer 1847; Sydow 1882; Migula 1897; Migula 1898); in Gräben am See Klagenfurt (Herbar Kokeil, s. d., PRC); in Sümpfen bei Klagenfurt (D. Pacher [1816–1902], s. d., IBF).

(S) Sehr selten; im Lieferinger Badesee in der Stadt Salzburg (P. Pilsl, 2024, Herbar Pilsl u. Herbar Hohla).

Weitere Literatur: Krause and Grüttner (1990).

Chara tomentosa L. / Hornblatt-Armleuchteralge

Synonym: *Chara ceratophylla* Wallr.
Verbreitung: B, W, N?, K, St, O, S, T, V?
Naturräume: AL, NV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme
Gefährdung: VU (gefährdet)
Gefährdungsursachen: Nährstoffeintrag, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 1.120 m s. m.

Morphologie: *Chara tomentosa* ist eine großwüchsige (25 bis 60 cm, max. 200 cm), robuste Pflanze, die durch ihre oft rötlichen Sprossspitzen auffällt. Ihre Sprossachsen sind 2–3 mm dick. Die Art ist diözisch, diplostich und tylacanth. Die bis 3 mm langen Stacheln stehen einzeln oder zu 2–3 gebündelt; sie sind an der Basis sehr breit und laufen zu einer Spitze zusammen. Die Äste haben 2–3 unberindete Endzellen, wovon die unterste oft „aufgeblasen" wirkt. Die Stipularen sind zweireihig und kräftig. Es ist die einzige Characee, die bereits von Linné im heutigen Umfang beschrieben wurde.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Hornblatt-Armleuchteralge hat ihren Verbreitungsschwerpunkt in größeren, natürlichen Seen, kommt jedoch auch in Altwässern an Flüssen und selten auch in kleineren Stillgewässern vor. Künstliche Gewässer werden nur selten besiedelt. Sie wächst meist im mitteltiefen Bereich, selten in Flachwasserzonen. Die Art dürfte leichte Rückgänge erlitten haben. *Chara tomentosa* kann nach Korsch (2013) fast das ganze Trophie-Spektrum besiedeln. Nach Melzer (1994) gilt diese Art in alpinen und voralpinen Seen jedoch als Indikator für sehr geringe Nährstoffbelastung. Das Verschwinden von *Ch. tomentosa* im durch Emissionen von alkalischen Industrieschlämmen beeinträchtigten Traunsee (Schmidt 2000; Steinhauser 2008) und im in den 1970er und 1980er Jahren durch Nährstoffeinträge besonders belasteten Bodensee (Schmieder 1998; Dienst et al. 2012) sprechen für die Empfindlichkeit dieser Art gegenüber Nähr- und Schadstoffen.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Zerstreut; vor allem im Neusiedler See (K. Mergl, 1901, BRA; Weisser 1970; Kusel-Fetzmann 1975; Berger and Schagerl 2004; Pall et al. 2013a; Mähnert 2015; Pfeifer et al. 2023), im Neufelder See (Pichler 1997; B. Turner, 2021, Herbar Bernhardt) und in der St. Martins Therme in Frauenkirchen (K.-G. Bernhardt, 2019, Herbar Bernhardt).

(W) Selten; in der Alten Donau (Löffler 1988; Teubner et al. 2022), im Mühlwasser (C. Gilli, 2022, WU) und im Tischwasser in der Lobau (A. Mrkvicka & I. Drozdowski, 2007, W; Seyser 2017) und im Aspersee (Pall et al. 2024). – In einem Teich in Kagran (J. Kisser, 1916, W), verschollen.

Figure 106. A und B. *Chara tomentosa* im Blahasee, Himberg, Niederösterreich, 11.5.2021 (Fotos: K. Pall).

(N) Sehr selten; im Blahasee (K. Pall, 2021, K. Pall, Fotobeleg); knapp außerhalb Niederösterreichs wurde die Art 2018 im Erlaufsee in der Steiermark nachgewiesen (s. u.). Da die Landesgrenze durch den See geht, ist ebenfalls mit einem Vorkommen auf der niederösterreichischen Seite zu rechnen.

(K) Mäßig verbreitet; im Wörthersee und im Lendkanal (Ganterer 1847; Braun 1847a; J. Krenberger, 1874, M, P, PRC, WU, W; G. H. Leute & W. Krause, 1985, Herbar Krause/Iffeldorf; Friedl et al. 2022), in der Glanfurt (F. Kokeil in Leonhardi 1867a; Herbar Kokeil [1802–1865], s. d., PRC), im Keutschacher See (W. Holzner, 1979, WHB; Schratt 1993; KIS 2017), im Magdalenensee (G. H. Leute & N. Schulz, 1978, KL; KIS 2018; Prochinig 2025), im Faaker See (B. Edlinger & L. van Campen, 1980, WHB; U. Prochinig, 2019), im Pressegger See (W. Holzner, 1978, WHB; U. Prochinig 2021). – Im Ossiacher See (F. Welwitsch [1806–1872], s. d., W; Migula 1897), im Weißensee (KIS 2018; erfolglose Nachsuche 2023, U. Prochinig) und im Längsee (K. Teppner, 1961, LI; W. Holzner, 1979, WHB; Holzner et al. 1978–1980) verschollen. Bei der Nachsuche 2024 konnten im Längsee keine Characeen mehr gefunden werden (L. Schratt-Ehrendorfer, pers. Mitt.); dieser See wird als Bade- und Fischereigewässer genutzt.

(St) Sehr selten; im Erlaufsee am „Biker-Strand“ (I. Blindow, 2018, Krautkrämer 2018). Die Angabe „In stillstehenden Wässern, Gräben und Sümpfen um Pettau“ in Gebhard (1821) betrifft den slowenischen Teil der Steiermark (Untersteiermark) und ist außerdem laut Leonhardi (1864) fraglich.

(O) Mäßig verbreitet; häufig in den Salzkammergutseen, etwa im Attersee (F. Mörl [1803–1867], s. d., LI; Pötsch and Schiedermayr 1872; Pall 1996; Pall et al. 2010a; Gregor et al. 2009, LI; I. Blindow et al. 2018; Krautkrämer 2018), im Eglsee bei Misling (W. Diewald 2015, Herbar Diewald), im Vorderen Langbathsee (Hohla and Diewald 2024), im Mondsee (Holzner 1980, WHB; Pall et al. 2003; Langangen 2017; Pall and Plachy 2022), im Irrsee (J. Comes Plaz, 1893, LI; Melzer 1995; W. Diewald, 2013, Herbar Diewald; Diewald et al. 2015). – Verschollen im Hallstätter See (L. Holtz [1824–1907], s. d., M) und im Traunsee (Leonhardi 1864; W. Reuss, 1868,

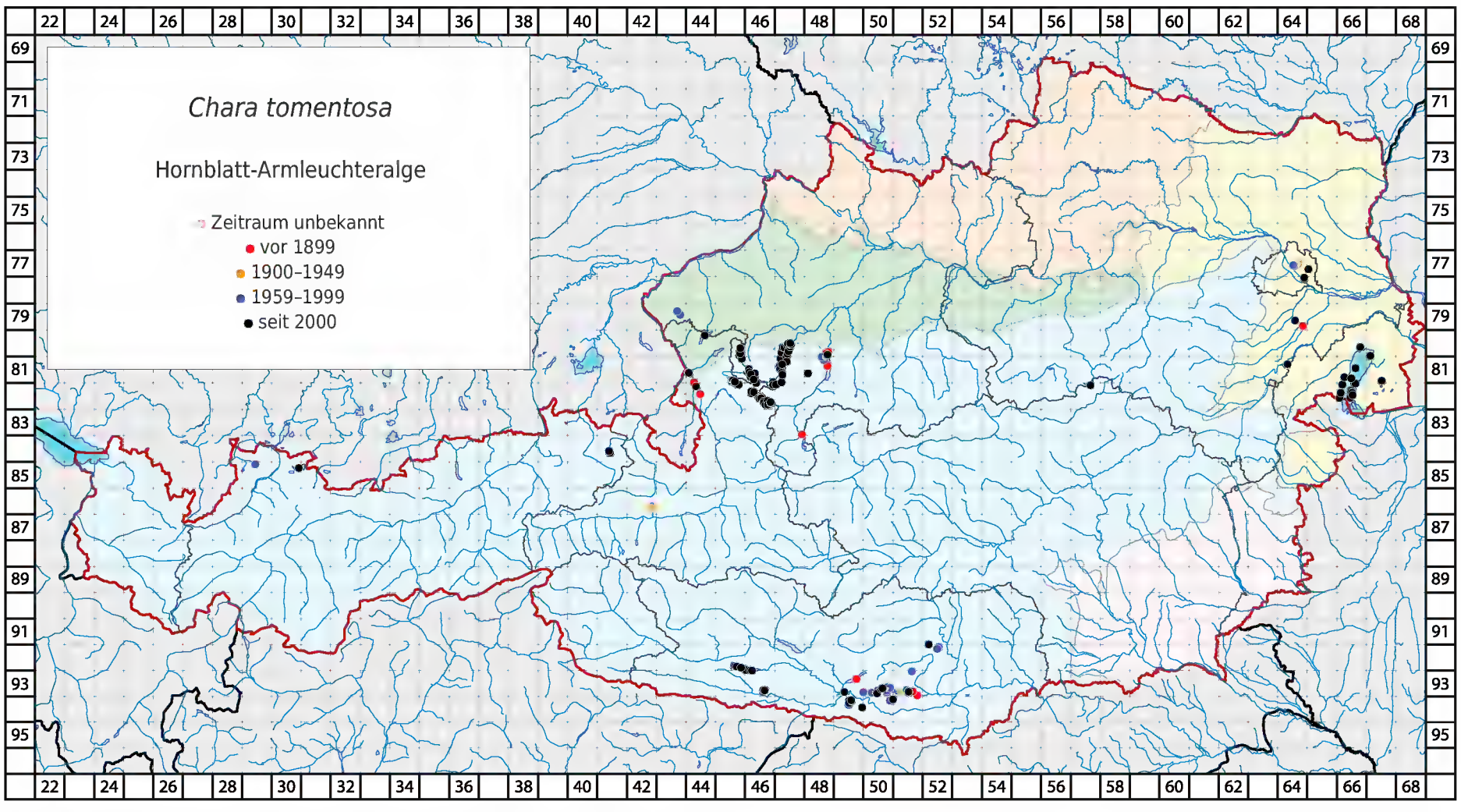


Figure 107. Verbreitung von *Chara tomentosa* in Österreich.

B und W; Pötsch and Schiedermayr 1872; F. Morton, 1952, LI). Am einzigen Fundort im Nördlichen Vorland, am Heratinger See (H. Schmid, 1947, LI; R. Krisai, 1957, LI; Hohla 2022), ebenfalls verschollen.

(S) Zerstreut; im Wolfgangsee (Langangen 2017; Pall et al. 2016), im Mattsee (Pall et al. 2015), im Fuschlsee (Thaler 1981; Langangen 2017; Pall et al. 2016), im Lieferinger Badesee in der Stadt Salzburg (P. Pilsl, 2007, Herbar Pilsl; Hohla and Diewald 2024); seltener in Teichen wie etwa beim Schloss Freisaal (F. Höglinger, 2008, Herbar Höglinger). – In Goldenstein (J. Gries [1808–1865], s. d., LI) und im Zeller See (J. Comes Plaz, 1893, PRC u. W; J. Comes Plaz, 1905, LI) verschollen.

(T) Selten; im Pillersee (G. Gärtner, 2011, IB; W. Diewald, 2019, Herbar Diewald), im Plansee (Rott et al. 2007) und im Haldensee (U. Buschbom, 1982, Herbar Krause/Iffeldorf).

(V) Fraglich; die Art wird von Jäger (2012) für Vorarlberg nicht angegeben; sie kommt jedoch im westlichen Teil des Bodensees außerhalb der österreichischen Staatsgrenze vor (Braun 1847b; Schröter and Kirchner 1902; Baumann 1911; Lang 1967; Lang 1973; Schmieder 1998; Dienst et al. 2012; Bauer et al. 2014; Schmieder et al. 2017). Bruhin (1868) merkt zu *Chara tomentosa* in Bezug auf Vorarlberg an: „Im Bodensee?". Nach Dalla Torre and Sarnthein (1901) gab es noch keinen Nachweis aus Vorarlberg; diese Art wäre „jedenfalls ausserhalb der Grenze". Da sich die Hornblatt-Armleuchteralge im Bodensee durch die verbesserte Wasserqualität wieder im Vormarsch befindet, ist ein Nachweis für Vorarlberg in Zukunft möglich.

Weitere Literatur: Schratt (1993), Hohla and Gregor (2011a, b).

Chara virgata Kütz. / Fein-Armleuchteralge

Synonym: *Chara delicatula* C.Agardh
Verbreitung: alle Bundesländer
Naturräume: AL, BM, NV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme, Bäche, Moore, Klein- und Kleinstgewässer.
Gefährdung: NT (Vorwarnstufe)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Nährstoffeintrag, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 1.710 m s. m.

Morphologie: *Chara virgata* ist eine kleine (5 bis 15 cm, max. 50 cm), starre, vom Grunde an verzweigte Pflanze. Sie ist monözisch, triplostich mit Wärzchen bis kleinen Stacheln. Sie bildet zweireihige Stipulare aus, deren obere Reihe deutlich verlängert ist. Es bestehen große Probleme bei der Abgrenzung zu *Chara globularis*, mit der es eine kontinuierliche Reihe von Übergangsformen gibt. *Ch. globularis* hat nur kleine warzenförmige Stipulare und keine Stacheln oder Warzen am Spross. Die Brakteen sind maximal so lange wie das Oogon. Außerdem besiedelt *Ch. globularis* auch stärker mit Nährstoffen belastete Gewässer (Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands 2016).

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Fein-Armleuchteralge besiedelt oligo- bis mesotrophe Gewässer. Sie bevorzugt Flachwasserbereiche größerer Seen, wächst aber auch in wenig belasteten kleineren Still- und Fließgewässern, vor allem in anmoorigen Gebieten. Sie kommt jedoch sowohl in kalkarmen als auch in kalkreichen Gewässern vor. Eine fundierte Einschätzung der Bestandsentwicklung bei dieser Art ist nicht möglich, da sie in der Vergangenheit meist nicht von *Chara globularis* unterschieden wurde. In den unbelasteten Alpenseen dürfte *Ch. virgata* nicht gefährdet sein, wohl aber in kleineren Seen bzw. Kleingewässern, die durch Nährstoffeinträge belastet sind.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Selten; im Neusiedler See (Weisser 1970), im Apetloner Badesee (K.-G. Bernhardt, 2021 u. 2023, Herbar Bernhardt). Bei der Untersuchung des Neusiedler Sees durch Pall et al. (2013a) wurde *Chara virgata* nicht gefunden.

(W) Selten; im Kühwörther Wasser in der Unteren Lobau (Schlögel 1997; Baart 2016), im Asperner See (Pall et al. 2024) sowie auf der Donauinsel (L. Rasran, 2024, Herbar Bernhardt).

(N) Selten; an der Westbahn im Tullnerfeld (Bernhardt et al. 2017; Eichinger 2020), nördlich Atzelsdorf (K.-G. Bernhardt & M. M. Wernisch, 2015, Herbar Bernhardt; K.-G. Bernhardt, 2019, Herbar Bernhardt), im Obersee S Lunz (Korsch et al., 2018, Krautkrämer 2018; K.-G. Bernhardt, 2018, Herbar Bernhardt).

(K) Mäßig verbreitet; im Klopeiner See (W. Krause, 1985, Herbar Krause/Iffeldorf), im Penkensee (U. Prochinig, 2021; Prochinig 2022), im Wörthersee (F. Kokeil [1802–1865], s. d., KL; H. Sabidussi, 1889, KL; KIS 2007), im Splintikteich nördlich St. Nikolai (W. Holzner, 1979, WHB; KIS 2019), im Saisser See (Kusel-Fetzmann and Nouak 1979), im Millstätter See (L. Höltzl, 1840, WU; KIS 2002 u. 2019, U. Prochinig, 2020; Prochinig 2023a), Weißenbach (KIS 2018); in einem Teich in Glanhofen (D. Pacher, 1869, KL) verschollen.

(St) Zerstreut; vor allem im steirischen Salzkammergut, im Altausseer See (K. Rechinger, 1904, W; Drozdowski et al. 2015), im Finitzsee (Drozdowski et al. 2015), im Ödensee bei Kainisch (K. Rechinger, 1906, W), im Augstwiessee (Drozdowski et al. 2015), im Grundlsee (K. Rechinger [1867–1952], s. d., W; Favarger and Rechinger 1905; D. Reich et al., 2017, WU), im Wildensee (Drozdowski et al. 2015), im Henarsee (Drozdowski et al. 2015), im Toplitzsee (B. Edlinger & L. van Campen, 1980, WHB; W. Diewald, 2013, Herbar Diewald), im Hinteren Langangsee (Drozdowski et al. 2015), im Steirer See (K. Rechinger, 1906, W), im Leistensee (Drozdowski et al. 2015), im Grafenbergsee (Drozdowski et al. 2015); außerhalb des steirischen Salzkammergutes nur im

Erlaufsee am „Biker-Strand“ (Berger and Schagerl 2004; I. Blindow et al., 2018, Krautkrämer 2018). Im Steirer See dürfte diese Art vermutlich nicht verschollen sein; Drozdowski et al. (2015) geben aus diesem See *Chara*-Bestände ohne nähere Bestimmung der Art an, aus dem Ödensee jedoch nicht.

(O) Mäßig verbreitet; häufig in den Salzkammergutseen, etwa im Traunsee (Hohla and Diewald 2024; Pall et al. 2023), im Attersee (Pall 1996; Pall et al. 2010a; Hohla and Gregor 2011a), im Mondsee (Pall et al. 2003; Pall and Plachy 2022), im Offensee (W. Reuss, 1868, W; W. Diewald, 2015, Herbar Diewald; Pall et al. 2020a), im Vorderen und Hinteren Langbathsee (Hohla and Diewald 2024), im Schwarzensee (Langangen 2017), im Wolfgangsee (Pall et al. 2016), im Irrsee (Diewald et al. 2015), im Mittersee (M. Hohla, 2009, LI), im Großen Ödsee (H. Korsch, 2023, Herbar Korsch; Hohla and Diewald 2024), im Almsee (Hohla and Diewald 2024) und in einem Teich in Spital am Pyhrn (M. Hohla, 2013, LI); im Nördlichen Vorland selten, etwa in Überackern in Quellteichen nahe der Salzachmündung (H. Korsch, 2023, Herbar Korsch, Hohla and Diewald 2024). – In einem Teich einer Schottergrube in Taiskirchen (M. Hohla, 2003, LI) erloschen, auch in Gräben im Ibmermoor (R. Krisai, 1957, Herbar Krause/Iffeldorf) und in einem Tümpel am Heratinger See (Herbar Stockhammer, 1951, LI; Hohla 2022) verschollen. Einziges Vorkommen in der Böhmischen Masse in einem Altarm der Schildorfer Au an der Donau (M. Hohla, 2020, LI).

(S) Mäßig verbreitet; im Mattsee (Pall et al. 2015), in der Mattig zwischen Mattsee und Grabensee (Pall et al. 2015), im Fuschlsee (Pall et al. 2016), im Wallersee (Pall et al. 2015), im Wolfgangsee (Pall et al. 2016; Hohla and Diewald 2024), im Mittersee (M. Hohla, 2009, LI), in einem kleinen Tagebausee in Adnet (A. Oertel, 2019, Herbar Diewald) und im Zeller See (Pall et al. 2016). – In einem Teich nächst der Schießstätte in Golling (K. Schiedermayr, 1885, LI) verschollen.

(T) Selten; im Achensee (Pall et al. 2011), im Hintersteiner See (Pall and Plachy 2023), im Vilsalpsee (Schauer 1978; T. Schauer, 1977, Herbar Krause/Iffeldorf), im Traualpsee (Schauer 1978), im Haldensee bei Tannheim (H. Roweck, 1985, Herbar Krause/Iffeldorf; Krause and Krause 1986). – Verschollen im Viller Moor (F. Stolz, 1894, JE), im Ausfluss des Lansersees (F. Stolz, 1894, JE), in den Gschnitzbachauen bei Gschnitz (F. Wettstein, 1908, M) und in Gräben in der Ulfiswiese in Innsbruck (A. Zimmeter [1848–1897; ZOBODAT], s. d., WU).

(V) Zerstreut; im Bodensee (Janke 2016; Schmieder et al. 2017); im Rheintal oder dessen Nähe, im Kopfloch bei Altach (1998 und 2006), im Colliner See bei Satteins (1998), im Schwarzer See bei Göfis (1998 und 2004), im Baggersee am Alten Rhein (1998; Jäger 2012).

Chara vulgaris L. / Gewöhnlich-Armleuchteralge

Synonym: *Chara foetida* A.Braun
Verbreitung: alle Bundesländer
Naturräume: AL, BM, NV, SV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme, Bäche, Moore, Klein- und Kleinstgewässer, Quellen
Gefährdung: LC (ungefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Fischbesatz

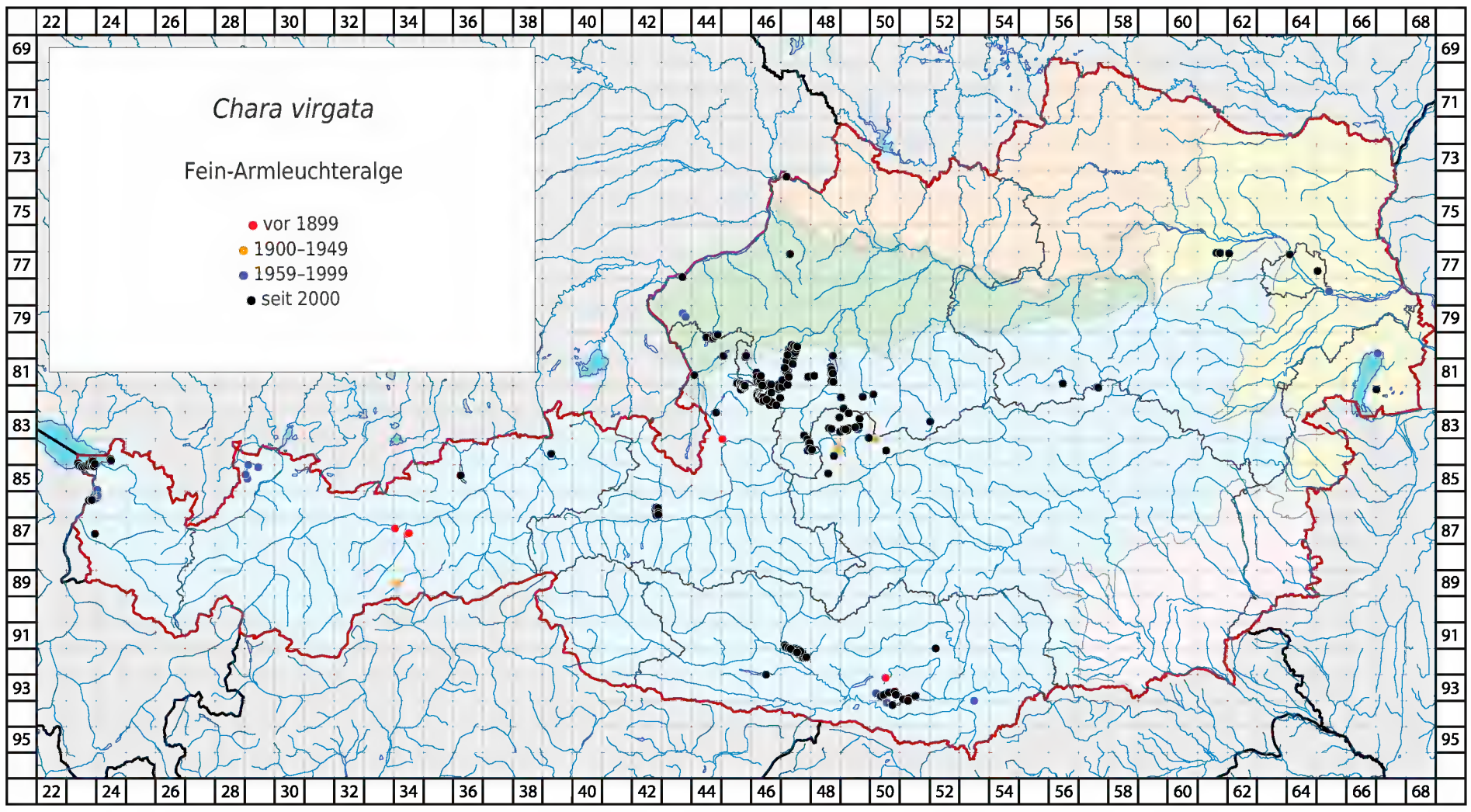


Figure 108. Verbreitung von *Chara virgata* in Österreich.

Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 2.070 m s. m.

Morphologie: *Chara vulgaris* ist eine kleine bis mittelgroße Art (1 bis 80 cm). Sie ist monözisch, diplostich, unterschiedlich stark heterostich (selten isostich) und aulacanth mit einzelnen kurzen Stacheln; manchmal fehlen diese; dann ist die Pflanze nicht bestimmbar. Die Pflanzen sind oft stark mit Kalk überzogen. Die kurzen Stipularen stehen in zwei dichten Reihen.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Gewöhnlich-Armleuchteralge ist neben der Zerbrechlich-Armleuchteralge die häufigste Art in Österreich. So wie *Chara globularis* stellt auch *Chara vulgaris* geringere Ansprüche an die Wasserqualität und besiedelt eine Vielzahl an verschiedenen Gewässertypen, mit dem einen großen Unterschied, dass *Chara vulgaris* die oligotrophen Seen – im Gegensatz zu *Chara globularis* – strikt meidet. Sie besiedelt auch sehr flache Wasserstellen wie Sickerquellen. Sie ist eine typische Pionierart, die keine ausdauernden Bestände bildet und empfindlich gegen Konkurrenz durch andere Wasserpflanzen ist. Sie bevorzugt basenreiche bis kalkreiche Gewässer; aus diesem Grund ist sie in der Böhmischen Masse (Mühlviertel, Waldviertel) selten anzutreffen.

Vor allem in Wien, im Wiener Becken, am Ostrand des Wienerwaldes und im Inntal in Tirol gibt es viele verschollene Vorkommen. Der starke Verlust an primären Lebensräumen in der Vergangenheit wurde jedoch durch das große Angebot an künstlichen, sekundären Gewässern im Großen und Ganzen kompensiert. Solange reichlich Schotter und Sand abgebaut, Regenrückhaltebecken, Amphibienbiotope und Schwimmteiche angelegt werden, entstehen für diese Art neue Lebensräume. Aus diesem Grund liegt für *Chara vulgaris* keine Gefährdung vor. Vorkommenslücken sind wahrscheinlich auf Kartierungsdefizite zurückzuführen.

Variabilität: *Chara vulgaris* ist sehr variabel in der Morphologie. Migula (1897) unterschied rund 70 verschiedene Formen, die er in zwei Hauptgruppen einordnete, die fast stachellose *subinermis* und die reichstachelige *subhispida*. Die var. *crassicaulis* ist durch den gedrungenen Habitus mit kurzen Ästen, kräftigen, dicken, abgerundeten Blättchen und eine stärkere Steifheit aller Teile gekennzeichnet. Sie wird noch von Krause (1997) als eigene Art geführt, obwohl dies bereits von Migula (1897) angezweifelt wurde. *Chara crassicaulis* wurde bisher von Wiesengräben bei Salzburg (O. Bulnheim, 1855, REG), von Quellbächen bei Salzburg (A. Sauter & C. Sanio, 1872, B, auch JE, GZU, P, PRC und W; Migula 1897) und von Moorgräben bei der Jesuitenmühle in Moosbrunn (H. Dingler, 1871, B; Reuss 1873, Braun and Nordstedt 1882; Migula 1897) angegeben. In Oberösterreich wurde die var. *crassicaulis* kürzlich in Quellteichen nahe der Salzachmündung in Überackern (im Bootshafen „Riviera“) festgestellt (H. Korsch, 2023, LI; Hohla and Diewald 2024). Unbestachelte Formen von *Ch. vulgaris* sind manchmal schwer oder gar nicht von *Chara contraria* zu unterscheiden. Charakteristisch sind dann die deutlich größeren und dadurch auffälligeren Blättchen an den oberen Quirlästen der Gewöhnlich-Armleuchteralge. Auch von *Chara vulgaris* treten manchmal Formern mit mehr oder weniger unberindeten Ästen auf. Solche Pflanzen sind schwer von *Chara gymnophylla* abzugrenzen (s. o.).

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Mäßig verbreitet; im Neusiedler See (Á. Boros, 1925, BP; Weisser 1970, Pall et al. 2013) und im Seewinkel (z. B. W. Krause, 1979; Herbar Krause/Iffeldorf; A. Grunow, 1856, W und WU; C. Gilli, 2018, WU) verbreitet; selten im Nordburgenland, z. B. auf Ackernassstellen bei Nickelsdorf (U. Raabe, 2013), im Mittelburgenland in Teichen bei Kleinwarasdorf (U. Raabe, 2024). Es gibt kaum Nachweise im Mittel- und Südburgenland, was vor allem auf Kartierungslücken zurückzuführen sein dürfte.

(W) Zerstreut; vor allem in der Lobau (Schratt 1988; Schlögel 1997; Pall 2016; Vielbert 2017), seltener in der Alten Donau (Löffler 1988) und in einigen Kleingewässern an anderen Orten, etwa im Pappel- und im Wienerbergteich (Wenzl 1987), im 13. Bezirk im Lainzer Tiergarten in einem Tümpel auf der Nikolaiwiese (A. Mrkvicka & I. Drozdowski, 2007, W) oder auf der Aumüllerwiese (M. Sabor, 2020, LI). – In den Gewässern des Praters (Leonhardi 1867a; Schur 1870; Reuss 1873) und an vielen weiteren historischen Fundorten (Schur 1870; Reuss 1873) verschollen.

(N) Mäßig verbreitet; in der Unteren Lobau (Schratt 1988; Pall and Kum 2006) und in den Donauauen bei Stopfenreuth (C. Gilli, 2022, Herbar Gilli), Eckartsau (C. Gilli, 2022, Herbar Gilli), Zwentendorf (K.-G. Bernhardt, 2014, WHB; Hudler 2014) oder Amstetten (G. Mayerhofer, 2022, iNaturalist); verbreitet in Kleingewässern des Wiener Waldes, etwa bei Gföhler (M. Sabor, 2021, LI) oder im Wienerwaldsee bei Pressbaum (M. Sabor, 2018, LI); verbreitet im Wiener Becken bzw. in der „Feuchten Ebene“, etwa N der Stangenmühle (F. Essl, 2022, LI) oder im Kalten Gang bei Himberg (M. Hohla & N. Sauberer, 2023, LI), in der Fischa-Dagnitz (Berger and Schagerl 2004); ebenfalls verbreitet in Kleingewässern und Teichen im Weinviertel, etwa in Retentionsbecken westlich Kleedorf (S. Lefnaer, 2023, JACQ), in einem „Biotop” südsüdöstlich Neudorf (S. Lefnaer, 2023, JACQ), in einem Baggersee N von Grafenwörth (K. van de Weyer, 2024) oder auf Ackernassstellen nahe Großkrut (U. Raabe, 2013); selten im Mostviertel, etwa in einem Schotterteich in Euratsfeld (F. Essl, 2015, LI) oder in einem Tümpel im Erlauftal in Trübenbach (F. Essel, 2022, LI); sehr selten im Waldviertel, im Mitterteich nahe Hoheneich und Schrems (S. Husak, 1989, CB). Vor allem im Mostviertel dürften Kartierungslücken bestehen.

(K) Mäßig verbreitet; vor allem in Kleingewässern und Teichen in Südkärnten, etwa im Klagenfurter Becken ostsüdöstlich Dolina (W. Franz, 1981, KL) oder im Obiltschnig-Teich im Keutschacher Seental (W. Krause & G. H. Leute, 1984, KL), verbreitet auch im Gailtal, etwa in einem Bach N Tröpolach (I. Drozdowski & A. Mrkvicka, 2008, W) oder in einer Kalk-Quellflur bei Köstendorf (R. Krisai, 2015, LI); selten im Oberen Drautal, etwa in einem Altarm W Bruggen (W. Petutschnig, 1990, KL); zerstreut auch im Mittelkärnten, etwa in einem Fischteich am Magdalensberg (G. H. Leute & I. E. Müller, 1978, KL) oder in einer Quellflur am Ulrichsberg (G. H. Leute, 1986, KL); sehr selten im Norden Kärntens, etwa in Hörfeld im Görtschitztal (R. Reif, 1978, KL und Herbar Krause/Iffeldorf). – Verschollen in Obervellach (D. Pacher, 1872, KL), im Mölltal bei Sagritz (D. Pacher [1816–1902], s. d., IBF und KL; Leonhardi 1867a) und im Rojacher Teich bei Heiligenblut (D. Pacher, s. d., KL; Leonhardi 1867a). Vor allem in der nördlichen Hälfte Kärntens liegen Kartierungslücken vor.

(St) Zerstreut; vor allem in kleinen Seen, in Teichen und Kleingewässern im steirischen Salzkammergut, etwa im Kanzlermoos im Toten Gebirge (W. Diewald, 2015, Herbar Diewald), im Dreibrüdersee (I. Drozdowski & A. Mrkvicka, 2008, W), in einem Tümpel im Koppental (M. Hohla, 2019, LI), beim Ödensee-Parkplatz (W. Diewald, 2013, Herbar Diewald); selten im Ennstal, etwa im Europaschutzgebiet Gersdorfer Arm (Kammerer and Emmerer 2008) oder im Altarm der Enns in Pürgg-Trautenfels (L. Kutschera, 1984, KL); zerstreut im Nordosten der Steiermark, so im Bezirk Bruck-Mürzzuschlag, etwa im Grünen See (C. Gilli & M. Hofbauer, 2013, WU) oder im Gußwerk bei Fallenstein (W. Holzner, ca. 1975, WHB); nur wenige Nachweise im Südwesten der Steiermark, etwa am Rantenriegel bei Murau (Morawetz, s. d., WU), im Hörfeldmoor (Kammerer 2023), sehr selten im Südlichen Vorland, in Unterpremstätten-Zettling („psengl“, 2022, iNaturalist) oder in einem vernässten Acker in Kinsdorf („Ioana Padure“, 2020, iNaturalist; M. Pöltl, 2022). In weiten Teilen der Steiermark bestehen Kartierungslücken.

(O) Verbreitet; häufig in Augewässern, Kleingewässern und Teichen an der Salzach, etwa im Auwald bei Ostermiething (M. Hohla, 2008, LI) am Inn, etwa im Jägerstätter-Park beim Krankenhaus Braunau (M. Hohla, 2017, LI) und an der Donau, etwa in Tümpeln der Eckhartsau (A. Lugmair, 2007, LI), N des Großen Weikerlsees (F. Lenglachner, 2003, Herbar Lenglachner) oder in den Abbaubereichen SE von Steyregg (H. Wittmann, 2006, LI und SZB); selten im Ibmermoorgebiet, etwa beim Lehrpfad-parkplatz nahe Ibm (R. Krisai, 2011, LI); verbreitet auch in kleinen Seen, Teichen, Tümpeln und Quellfluren im Salzkammergut und in der Region Pyhrn-Eisenwurzen, so in den Entwässerungsgräben der Flachmoore am Irrsee (W. Diewald, 2012, Herbar Diewald, Diewald et al. 2015), in der ehemaligen Kreidegrube am Sarstein bei Bad Goisern (M. Hohla, 2011, LI), in einem Tümpel auf einer Insel der Traun SW von Ebensee (H. Wittmann, 2010, LI und SZB) oder im Teich am Edlbach in Spital am Pyhrn (M. Hohla, 2011, LI); zerstreut in vielen Teichen und Kleingewässern im Nördlichen Vorland, vor allem in Schottergruben, etwa in Weißkirchen (A. Lugmair, 2008, LI) oder Lambrechten (M. Hohla, 2017, LI), im abgelassenen Stausee der Enns bei Kronstorf (M. Hohla, 2022, LI), in einem Fischteich in Pfarrkirchen nahe Bad Hall (A. Lugmair, 2015, LI), im Naturbad in Eberschwang (M. Hohla, 2014, LI), in einem Folienteich eines Gartens in Frankenmarkt (M. Hohla, 2013, LI), in Schaubecken einer Gärtnerei in Burgkirchen (M. Hohla, 2010, LI) u. v. m.; selten in der Böhmischen Masse, etwa an der Donau in der Schildorfer Au bei Freinberg (M. Hohla, 2020, LI), im Mühlviertel in einem Steinbruch in Kleinzell (G. Kleesadl, 2013, Herbar Kleesadl), NW Hinterholz in Mauthausen (G. Kleesadl, 2020, Herbar Kleesadl), im Poschacher Granitsteinbruch in Perg (G. Kleesadl, 2016, Herbar Kleesadl) oder im Kaolinwerk Kriechbaum in Allerheiligen im Mühlkreis (G. Kleesadl, 2011, Herbar Kleesadl).

(S) Mäßig verbreitet; vor allem im Flach- und Tennengau, etwa in den Salzachauen um Salzburg, in Tümpeln W von St. Georgen (P. Pilsl, 2008, Herbar Pilsl), W vom Haunsberg (P. Pilsl, 2008, Herbar Pilsl), in Feuchtbiotpen in der Saalachau (P. Pilsl, 2015, Herbar Pilsl), in schlammigen Pfützen N des Salzachsees (P. Pilsl, 2010, Herbar Pilsl), in neu angelegten Gewässern im Hallein (H. Wittmann, 2008, Herbar Wittmann) oder in einem Tümpel in Puch (P. Pilsl, 2008, Herbar Pilsl), in Kalkquellfluren in Großgmain (G. Pflugbeil, 2012, Herbar Pflugbeil), in Tümpeln am Uferbereich der Salzach SSE von Hallein (H. Wittmann, 2007, SZB), N von Bischofshofen (H. Wittmann, 1997, LI); abseits des Salzachtales zerstreut bis selten, etwa in Teichen und in Entwässerungsgräben im Adneter Moos (G. Nowotny, 2008, Herbar Nowotny; K. Moosbrugger, 2021, LI), in einem Amphibienteich in Forstenau (C. Wolkerstorfer, 2015, Herbar Wolkerstorfer), in Moorwiesen W von Oberplainfeld (H. Wittmann, 2007, Herbar Wittmann); selten im Pongau, etwa im Moor in Mühlbach am Hochkönig (R. Krisai, 2001, LI), in einem Teich im Großarltal SE Hüttschlag (P. Pilsl, 2014, Herbar Pilsl), in einem Quellsumpf südöstlich der Unterhofalm in Filzmoos (T. Gregor, 2014, FR), auf der Karalm in Rauris (R. Krisai, 2008, LI), in einem Amphibienteich im Kaprunertal (H. Wittmann, 2010, Herbar Wittmann) u. s. w. – Im Lungau verschollen, so an der Taurach bei Stranach (F. K. M. Vierhapper, 1904, WU) und im Wöltinger Moor (F. K. M. Vierhapper, 1906, WU).

(T) Mäßig verbreitet; im Wiesensee N Hochfilzen (W. Diewald, 2019, Herbar Diewald), im Achensee (W. Diewald, 2024, Herbar Diewald), im Walchsee

(Leithe 1885; A. Berger, 2014, Herbar Berger), im Brennersee (W. Diewald, 2024, Herbar Diewald), im Kaisergebirge (Smettan 1981), im Baumkirchner Tal (Rott et al. 2007; K. Pagitz, 2020, IB), in einem Teich und im Gipsbachl im Alpenpark Karwendel (Rott 2008; Rott et al. 2009), in einem Teich bzw. im Niedermoor in Leutasch (K. Pagitz, 2018, IB), in einem Teich N Ropfnerstube in Telfs (K. Pagitz, 2021, IB), in einem Kalkflachmoor in den Lechtaler Alpen bei Tarrenz (K. Pagitz, 2023, IB), im Bärenbadmoor bei Fließ (Rott et al. 2007), im Sameranger See (K. van de Weyer, 2008, Herbar van de Weyer). – Viele historische Angaben, vor allem im Inntal (Leithe 1885; Dalla Torre and Sarnthein 1901; Feuerstein 1933), konnten nicht mehr bestätigt werden; es dürften Habitatverluste aber auch Erfassungsdefizite vorliegen.

(V) Mäßig verbreitet; vor allem am Rande des Bodensees und in angrenzenden Gewässern (Custer 1827; Sauter 1837; Bruhin 1868; Dalla Torre and Sarnthein 2001; Pall et al. 2010b), im Tümpel am Weg an der Rheinmündung nordwestlich Hard (T. Gregor, 2016, FR), im Alten Rhein (1998), im Karpfenteich in Hard (1998), in Straßengräben in Gaißau in Rheinholz (2008), in der Unteren Au bei Frastanz, im Güllebach in Koblach (2005), im Schwarzbach bei Thüringen, im Mühlbach in Nüziders (2003), im Teich am Walsbach (2013), im Dünser Teich (2013), im Fliegenfischersee (2007), im Nachbauersee (2007), in Straßengräben an der Bregenzer Ache bei Krumbach (2014), in der Bregenzerachschlucht (2010), im Straßengraben in Sibratsgfäll (2007), im Graben eines Güterweges in Millrütte (2002), im Buchboden in Lutzaue (2001), im Alpsee in Dalaas (2009) u. s. w. (alle D. Jäger; Jäger 2012 und 2013), im Marulbach bei Garfulla (K. van de Weyer, 1996, Herbar van de Weyer). – In Schlappolt (Dalla Torre and Sarnthein 1901) verschollen.

Weitere Literatur: Kramer (1756), Welwitsch (1834), Sailer (1841 u. 1844), Braun (1847a), Ganterer (1847), Pötsch and Schiedermayr (1872), Favarger and Rechinger (1905), Krause (1997), Hohla and Gregor (2011a, b), Hohla (2022).

Figure 109. *Chara vulgaris*, Teich in Mailberg, Bezirk Hollabrunn, Niederösterreich, 1.10.2021 (Foto: S. Lefnaer).

Figure 110. A. *Chara vulgaris*, aus einem Retentionsbecken in Klement, Bezirk Korneuburg, Niederösterreich, 27.8.2021. **B und C.** *Chara vulgaris*, aus einem Retentionsteich bei Hollabrunn, Niederösterreich, 13.8.2023 (Fotos: S. Lefnaer).

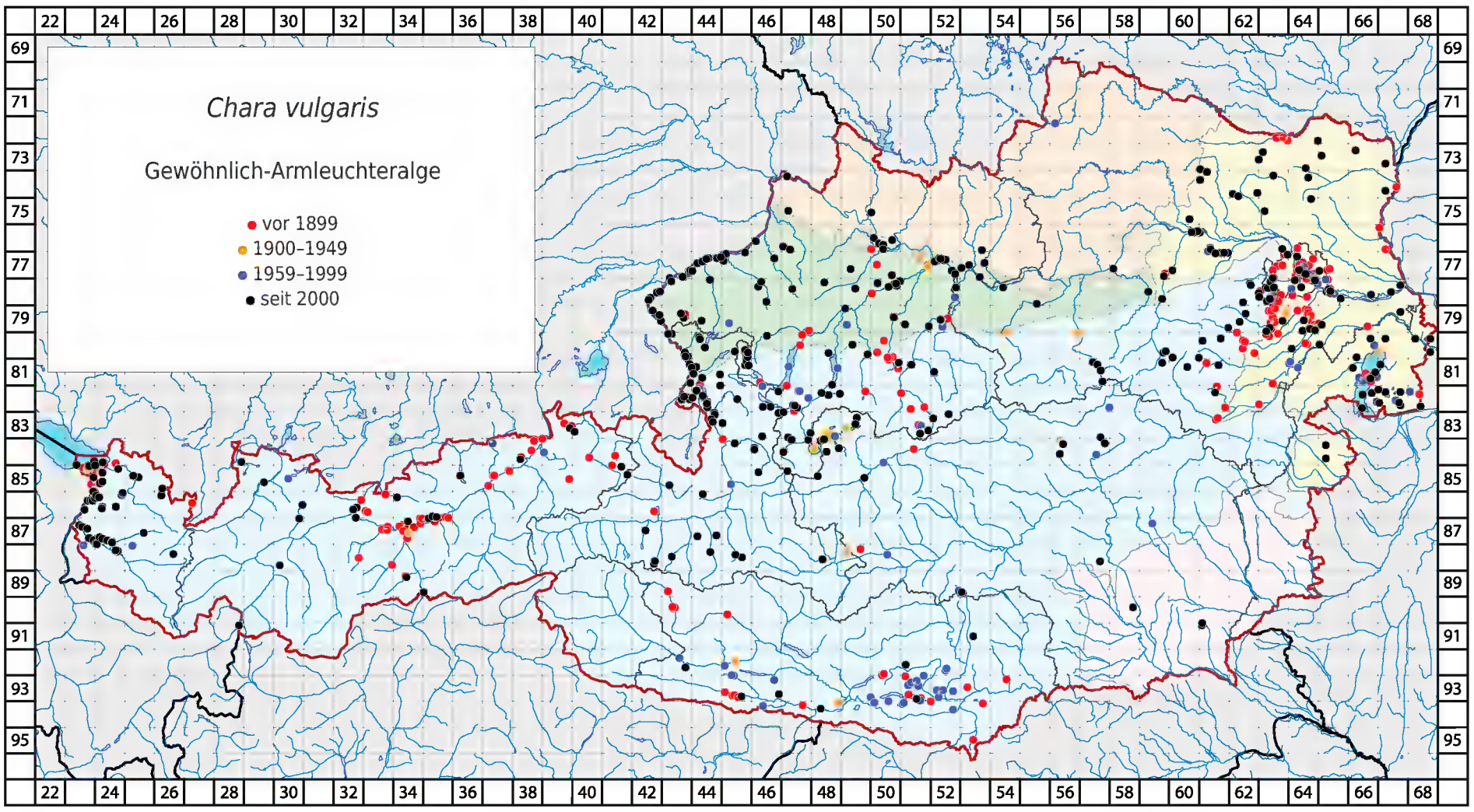


Figure 111. Verbreitung von *Chara vulgaris* in Österreich.

***Lychnothamnus barbatus* (Meyen) Leonh. / Bartglanzleuchteralge**

Verbreitung: K
Naturräume: AL
Habitate: Seen
Gefährdung: CR (vom Aussterben bedroht)
Gefährdungsursachen: Nährstoffeintrag, Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 440 m s. m., höchstes Vorkommen: 930 m s. m.

Morphologie: *Lychnothamnus barbatus* ist eine großwüchsige, monözische Art mit bis zu 140 cm langen Sprossen. Meist ist sie unberindet; an jungen Pflanzen sind jedoch Rindenreihen vorhanden, die sich im Alter ablösen. Junge Quirle sind trichterförmig geformt. Die Stipularen sind in einem einfachen Kranz ausgebildet; es befinden sich jedoch jeweils zwei Reihen unterhalb eines Quirlastes. Die Stipularen sind 1–10 mm lang und an den Enden zugespitzt.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Bartglanzleuchteralge ist eine weltweit seltene Hartwasserart, die oligo- bis schwach eutrophe Seen besiedelt. Ihr Vorkommen in Österreich ist erst seit 1972 bekannt, als sie von E. Kusel-Fetzmann im Klopeiner See festgestellt wurde (Kusel-Fetzmann and Lew 1972a; Kusel-Fetzmann and Lew 1972b; Kusel-Fetzmann 1986). Dieser außergewöhnliche Fund veranlasste den Characeen-Spezialisten Werner Krause, den Klopeiner See in den Jahren 1981, 1984 und 1985 zu besuchen (Krause 1986).

Im Jahr 2007 folgten viele Nachweise von *L. barbatus* im Wörthersee (KIS 2007). Für Kontrolluntersuchungen im Jahr 2021 wurde, um den intensiven Arbeitsaufwand zu reduzieren, die Anzahl der Transekte (von ursprünglich 83) auf 37 begrenzt, in denen *Lychnothamnus* im Wörthersee allesamt nicht mehr nachgewiesen werden konnte, wobei diese Art zuletzt 2019 noch an anderen Stellen des Sees gefunden wurde. Es dürfte deutliche mengenmäßige Rückgänge in diesem See gegeben haben (Friedl et al. 2022). Im Klopeiner See wurde sie an den Badeplätzen massiv bekämpft, weil sich die Gäste durch diese „Schlingpflanzen" belästigt fühlten (Krause and Krause 1985; Krause 1986). Diese Maßnahmen dürften sich jedoch nur in einem begrenzten Ausmaß bzw. Bereich ausgewirkt haben.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(K) Zerstreut; im Klopeiner See (E. Kusel-Fetzmann, 1972, GZU, KL, W, WU, Herbar Krause/Iffeldorf; K. van de Weyer, 2010, Herbar van de Weyer; Krause 1986) und im Wörthersee (A. Kleewein, 2009, KL; KIS 2007 und 2017, Friedl et al. 2022).

Figure 112. *Lychnothamnus barbatus*, Klopeiner See, Kärnten, 1.8.2010 (Foto: K. van de Weyer).

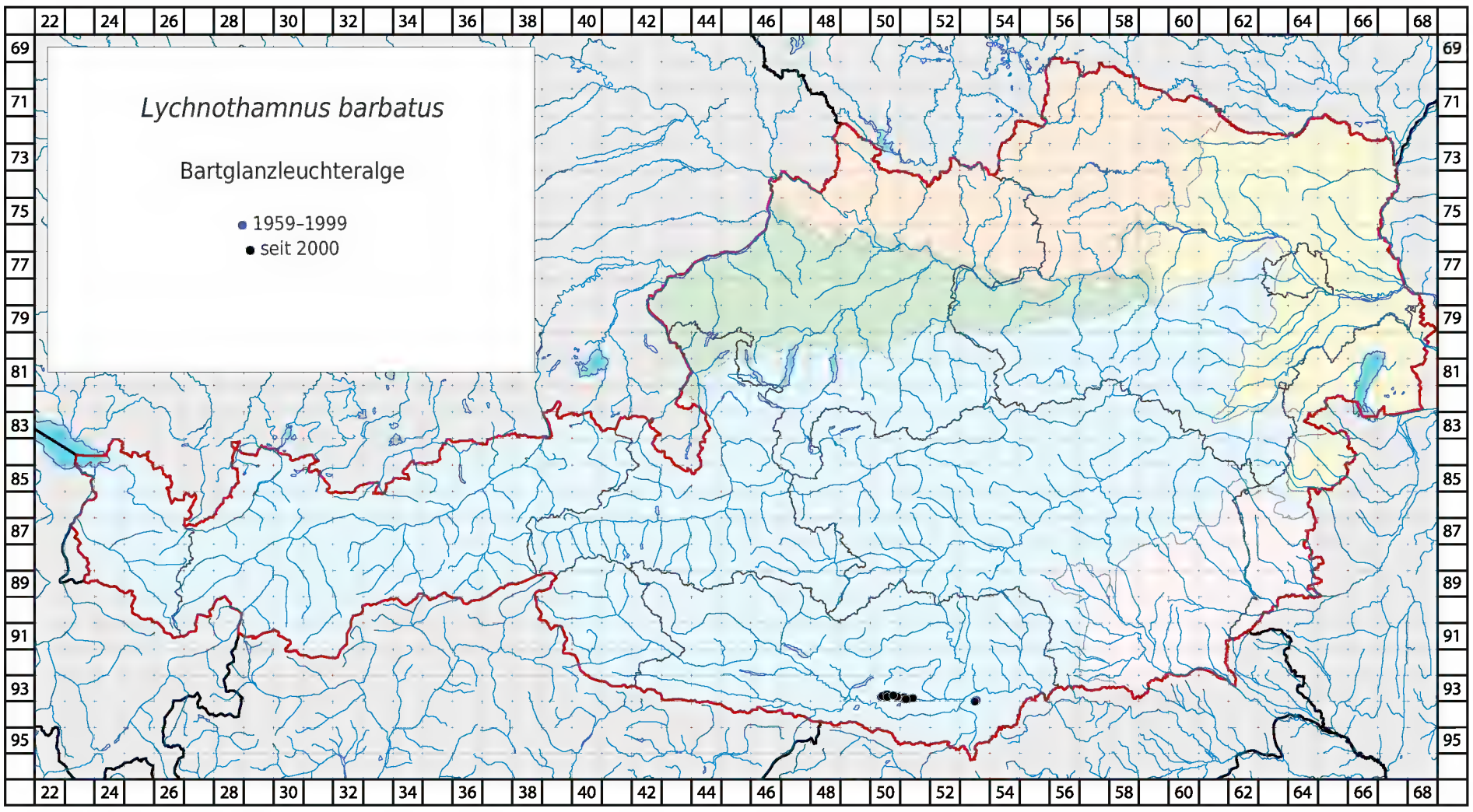


Figure 113. Verbreitung von *Lychnothamnus barbatus* in Österreich.

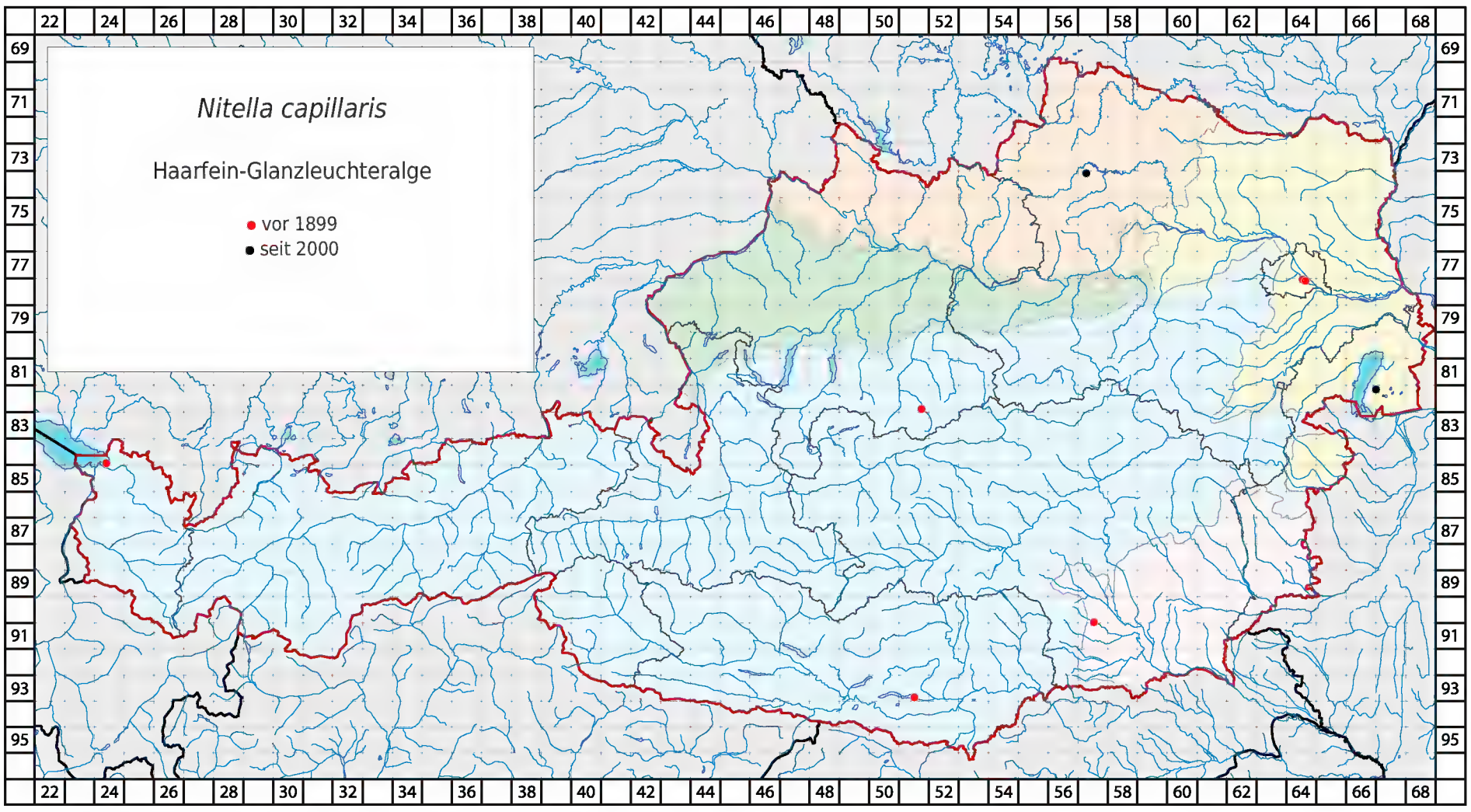


Figure 114. Verbreitung von *Nitella capillaris* in Österreich.

***Nitella capillaris* (Krock.) J.Groves / Haarfein-Glanzleuchteralge**

Verbreitung: B, W†, N, K†, St†, O†, V†
Naturräume: AL†, BM, SV†, PA
Habitate: Seen, Teiche, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: CR (vom Aussterben bedroht)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Fischbesatz, Nutzungsaufgabe, Sukzession
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 120 m s. m., höchstes Vorkommen: 620 m s. m.

Morphologie: *Nitella capillaris* ist eine kleinwüchsige bis mittelgroße, sehr zarte Pflanze (10 bis 35 cm, max. 60 cm) mit besonders feinen, dicht stehenden, geteilten Ästen. Die Silhouette wirkt kopfartig. Sie ist reich verzweigt und hellgrün gefärbt. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist diözisch und ihre Fruktifikationsorgane weisen eine deutlich erkennbare Schleimhülle auf. Sie fruktifiziert bereits im zeitigen Frühjahr, ist also eine typische Frühjahrspflanze, die vor allem von März bis Mai zu finden ist. Im Unterschied zur ähnlichen *N. syncarpa* sind die fertilen Äste der weiblichen Pflanzen verzweigt.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Haarfein-Glanzleuchteralge ist eine ausgesprochene Weichwasserart, die ihren Schwerpunkt in kalkarmen, oligo- bis mesotrophen Stillgewässern besitzt. Sie benötigt reichlich Licht, ist konkurrenzschwach und verschwindet dort, wo andere Arten in größerer Zahl auftreten. Dies ist etwa dann der Fall, wenn Gräben oder kleine Teiche nicht mehr ausgeräumt werden. Die Art hat wohl durch Rückgang kleiner Gräben, die durch Drainagen ersetzt wurden, Rückgänge erlitten.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Sehr selten; im Apetloner Badesee (K.-G. Bernhardt, 2016, WHB und Herbar Bernhardt).

(W) Verschollen; in Lacken des Praters (H. W. Reichardt in Leonhardi 1867a) und im Heustadelwasser des Praters (H. W. Reichhardt in Anonymus 1868).

(N) Sehr selten; im Rudmannser Teich (K.-G. Bernhardt, 2019, Herbar Bernhardt; K.-G. Bernhardt & N. Stoeckl, 2022, Herbar Bernhardt).

(K) Verschollen; in Teichen und stehenden Wässern um Klagenfurt (Ganterer 1847).

(St) Verschollen; im Bründlteich in Stainz (P. Troyer [1868–1948], s. d., KL).

(O) Verschollen; in einem Graben im Seebach bei Kirchdorf [an der Krems] (S. Stockmayer in Schiedermayr 1894; Hohla and Gregor 2011a). Vom selben Fundort existiert ein von K. Schiedermayr als „*Nitella opaca*" gesammelter, undatierter Beleg in LI. Dabei handelt es sich um männliche Pflanzen mit Schleimhülle, also keine *Nitella opaca*; die Unterscheidung zwischen *Nitella capillaris* und *N. syncarpa* war jedoch nicht möglich.

(V) Verschollen; im Bodensee bei Bregenz (Custer in Dalla Torre and Sarnthein 1901; Migula 1897; Jäger 2012).

Nitella confervacea (Bréb.) J.Groves / Zwerg-Glanzleuchteralge

Verbreitung: V
Naturräume: AL
Habitate: Klein- und Kleinstgewässer.
Gefährdung: G (Gefährdung unbekannten Ausmaßes)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Bewirtschaftungsaufgabe, Sukzession
Höhenverbreitung: ca. 400 m s. m.

Morphologie: *Nitella confervacea* ist eine kleinwüchsige Pflanze (2 bis 6 cm, max. 60 cm), die niederliegende, dichte Büschel ausbildet, ohne aber reich verzweigt zu sein. Die oberen fertile Äste sind zu Köpfchen verdichtet, sodass sie bürstenartig aussehen. Die Pflanzen sind meist dunkelgrün und wirken verschmutzt, was auf epiphytische Organismen zurückzuführen ist. Es fehlen Stacheln,

Figure 115. *Nitella confervacea*, aus dem Wiglatgraben im Naturschutzgebiet Rheindelta nahe Fußach, 12.8.2001 (Foto: D. Jäger).

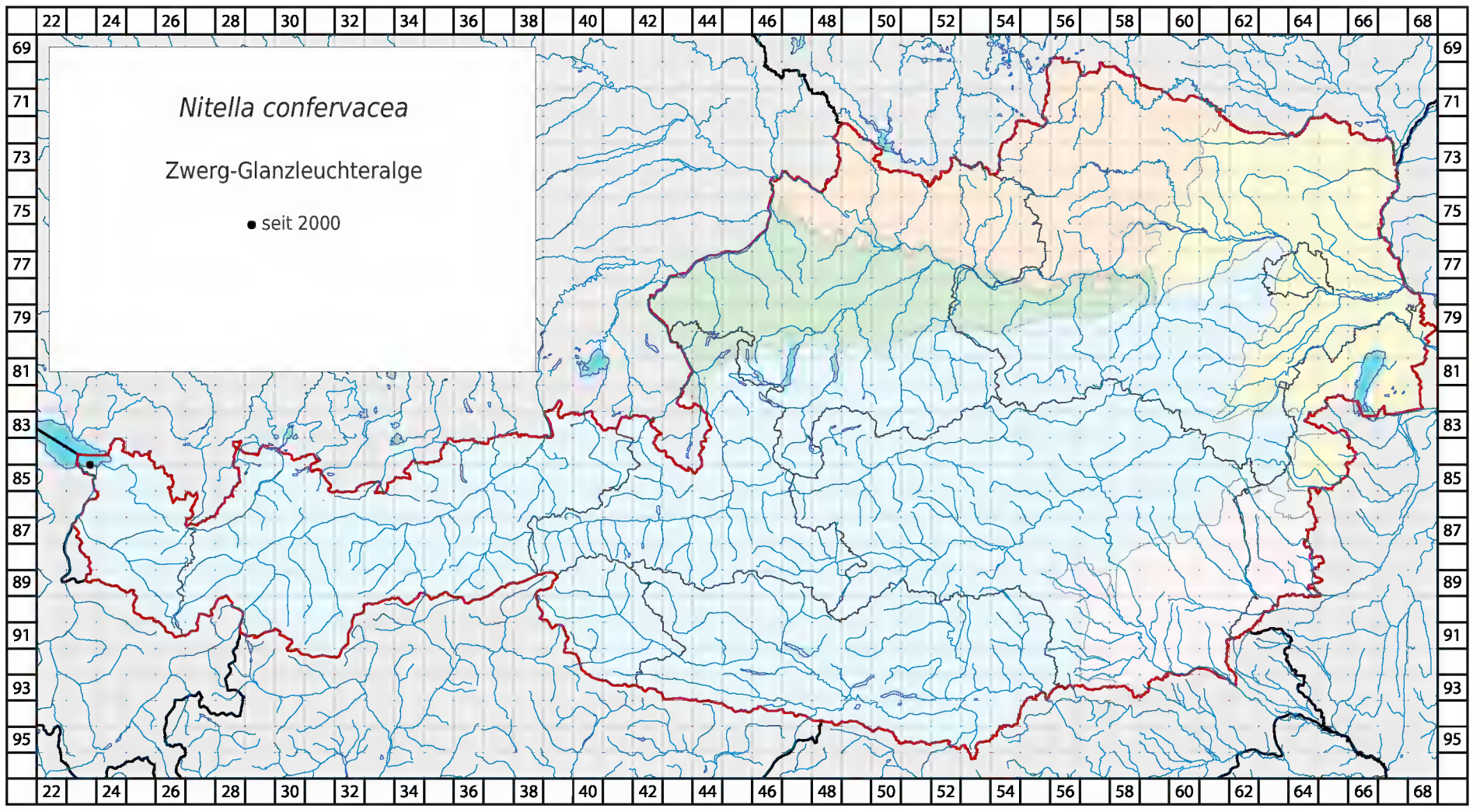


Figure 116. Verbreitung von *Nitella confervacea* in Österreich.

Stipularen und Blättchen. Sie ist monözisch. Die Gametangien stehen einzeln an der ersten, selten an der zweiten Astgabelung.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die schwer nachweisbare Zwerg-Glanzleuchteralge ist eine Art der oligo- bis mesotrophen Gewässer. Da sie in Österreich bisher nur an einem Ort (s. u.) nachgewiesen werden konnte, sind Gefährdungsursachen und Bestandsentwicklung schwer einzuschätzen. *Nitella confervacea* konnte trotz intensiver Nachsuche nach 2001 nicht wieder gefunden werden. Da die Pflanzen dieses Vorkommens aber reichlich fruchten konnten, wie Jäger (2007) beschreibt, dürfte der Bestand nicht dauerhaft verschwunden sein, zudem diese Gräben alle vier bis sechs Jahre geräumt werden. Die Pflanzen am Rohrspitz bei Fussach wurden einige Monate nach dem letzten Ausbaggern gefunden.

Nitella confervacea wurde bereits im 19. Jahrhundert am Bodensee nachgewiesen und zwar bei Salem (L. Leiner, 1855, JE; J. Jack, 1873, B; Förster 1889), seither jedoch nicht mehr; auf der Schweizer Seite des Bodensees gibt es nur eine Angabe aus dem Auengebiet des Alten Rheins in St. Margarethen bei Rheineck (T. Tramel, 1916, NMSG; Infoflora 2025). St. Margarethen liegt jedoch an der Staatsgrenze zu Österreich und die ehemaligen Auen befanden sich zu beiden Seiten des Flusses. Der Fund wurde damals für die Schweiz genannt; der Fundort dürfte also ganz knapp noch auf Schweizer Boden gelegen haben.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(V) Sehr selten; im Wiglatgraben beim Rohrspitz, ein Entwässerungsgraben im Naturschutzgebiet Rheindelta nahe Fußach (D. Jäger, 2001; Jäger 2007 und 2012).

Nitella flexilis (L.) C.Agardh / Biegsam-Glanzleuchteralge

Verbreitung: B, W†, N, K†, St?, O, S, T, V?
Naturräume: AL, BM, NV, SV?, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme, Moore, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: VU (gefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Nährstoffeintrag, intensiver Fischbesatz, Bewirtschaftungsaufgabe
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 150 m s. m., höchstes Vorkommen: 1.460 m s. m.

Morphologie: *Nitella flexilis* ist durch ihre schlanke Gestalt mit meistens ungeteilten bis einmal geteilten und an den oberen Sprossenden häufig trichterförmig gestellte Quirläste gekennzeichnet. Sie ist eine kleine bis mittelgroße Art (10 bis 40 cm, max. 100 cm). Die Pflanzen sind biegsam, relativ kräftig, glänzend dunkelgrün, unverkalkt und durchscheinend. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist monözisch. Im sterilen Zustand ist *N. flexilis* morphologisch nicht sicher von der diözischen *N. opaca* zu unterscheiden.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Biegsam-Glanzleuchteralge besiedelt vor allem kalkarme, oligotrophe bis schwach eutrophe Gewässer, etwa in der Böhmischen Masse (Mühlviertel, Waldviertel), kann jedoch selten auch in kalkreichen Gewässern, wie etwa im Attersee oder Hallstätter See, gemeinsam mit Hartwasserarten angetroffen werden. *Nitella flexilis* ist an einigen historischen Fundorten verschollen, was auf einen Rückgang schließen lässt. Diese Art profitiert in der böhmischen Masse vor allem durch die periodische Trockenlegung von Fischteichen. Nach dem Wiederbefüllen der Teiche kann die Art in Massenbeständen auftreten. Dies zeugt von der erfolgreichen Strategie, sich durch langlebige Oosporen im Schlamm zu halten.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Sehr selten; Waldgebiet Gornja Loza SW Großwarasdorf/Veliki Borištof, in drei flachen Weihern (2023, U. Raabe et al., WU; Raabe 2024).

(W) Verschollen; in Bächen und Pfützen in den Donauauen, z. B. in der Nähe des Eisenbahndammes bei Floridsdorf (Schur 1870).

(N) Selten; vor allem in Teichen des Waldviertels, zwischen Illmanns und Griesbach (S. Lefnaer, 2022, Herbar Lefnaer und JACQ), im Haslauer Moor S Amaliendorf (K.-G. Bernhardt, 2016, Herbar Bernhardt), im Mitterteich nahe Hoheneich und Schrems (S. Husak, 1989, CB), im Schönauer Teich NE Zwettl (K.-G. Bernhardt, 2010 und 2017, Herbar Bernhardt und WHB); sehr selten außerhalb der Böhmischen Masse, etwa in Krems (Erdinger in Leonhardi 1867a) und in der Unteren Lobau (Pall and Kum 2006); die Angabe aus dem Lunzer Untersee (Prosenz 1993) dürfte sich auf *Nitella opaca* bezogen haben (Kusel-Fetzmann 1986); laut Welwitsch (1834) „*in stehenden Wässern der Niederungen, in torfösen Sümpfen von bedeutendem Umfange. Ziemlich selten. Um Moosbrunn*"; Pokorny (1854) merkt dazu an: „Ist wahrscheinlich *N. sycncarpa*", womit er vermutlich falsch lag, denn aus Moosbrunn gibt es Belege von *Nitella opaca*, s. u., nicht jedoch von *N. flexilis* oder *N. syncarpa*.

(K) Verschollen; In Abzugsgräben der Sümpfe bei Klagenfurt (Ganterer 1847; Migula 1897) und in Sumpfgräben bei Stranig im Gailthale (s. n., 1865, KL) verschollen. In einem Teich beim Schloss Frauenstein nordwestlich St. Veit an der Glan (D. Reich et al., 2021, WU) wurden *Nitella*-Pflanzen gefunden, die habituell *Nitella flexilis* ähneln, allerdings waren die belegten Exemplare steril, daher nicht von *Nitella opaca* unterscheidbar, und bei einer Nachsuche 2024 konnten dort keine Characeen mehr gesehen werden.

(St) Fraglich; bei Stainz (Braun 1847a; Migula 1897); es gibt jedoch von dieser Lokalität einen Beleg von *Nitella capillaris* (s. o.) mit welcher sie gerne gemeinsam auftritt.

(O) Zerstreut; vor allem in Teichen des Mühlviertels, im Klausteich in St. Georgen am Walde (G. Kleesadl, 2023, Herbar Kleesadl), in Pierbach zwischen Steinbruck und Tobermühle (G. Kleesadl, 2023, LI),

in Rainbach im Mühlviertel (R. Zeiner, 2020, LI), in Reichenthal (G. Kleesadl, 2017, Herbar Kleesadl), in Bad Leonfelden W Spielau (M. Hohla, 2015, LI), in Sonnberg im Mühlkreis (G. Kleesadl, 2014, LI und KL), in Zwettl an der Rodl (G. Kleesadl, 2013, LI), in Herzogsdorf (G. Kleesadl, 2013, Herbar Kleesadl, JACQ und KL); selten im Nördlichen Vorland, in einem Tümpel der Au unterhalb des Kraftwerkes in Obernberg am Inn (M. Hohla, 2007, LI), in einem Teich in Höhnhart N Feichta (M. Hohla, 2015, LI; Hohla 2022); zerstreut in Seen des Salzkammergutes, etwa im Offensee (Pall et al. 2020a), im Traunsee (Pall et al. 2023), im Hallstätter See (W. Diewald, 2006, Herbar Diewald, Pall et al. 2020b; Hohla and Diewald 2024), im Attersee (Pall et al. 2010a), im Mondsee (Pall and Plachy 2022), im Irrsee (Melzer 1995). Die scheinbare Zunahme in Oberösterreich (vgl. die Karte in Hohla and Gregor 2011a) resultiert nicht aus einer Ausbreitung der Art, sondern ergab sich durch die gezielte Suche in Teichen der Böhmischen Masse und durch Seekartierungen der letzten Jahre.

(S) Sehr selten; in wassergefüllten Gräben der alten Torfstiche im Weidmoos (M. Hohla & R. Krisai, 2011, LI); in Teichen bei Hellbrunn (Schratt 1993). Die Nennung von *Nitella flexilis* für das Herzogtum Salzburg in Storch (1857) ist leider ohne Fundortsangabe und daher fraglich.

(T) Sehr selten; in einem Teich in Sölden, Ortsteil See (S. Bahn, 2024, Fotobeleg); im Gieringer Weiher in Kitzbühel (J. Traunsteiner [1798–1850], s. d., IBF; Herbar Putterlick [1810–1845], s. d., W; Ganterer 1847). Im April 2024 wurden von W. Diewald im Gieringer Weiher sterile *Nitella*-Pflanzen gefunden, bei denen es sich um *Nitella flexilis* handeln könnte. Für eine sichere Bestätigung werden jedoch fertile Pflanzen benötigt.

(V) Fraglich; *N. flexilis* soll häufig bei Bregenz (Custer bei Bruhin 1868) vorgekommen sein, was jedoch schon von Bruhin angezweifelt wurde (Jäger 2012); ebenso fraglich die Angabe in Dalla Torre and Sarnthein (1901) bei Hohenems.

Figure 117. *Nitella flexilis*, aus einem kleinen Teich nächst Illmanns im nordwestlichen Waldviertel, Niederösterreich, 26.7.2022 (Foto: S. Lefnaer).

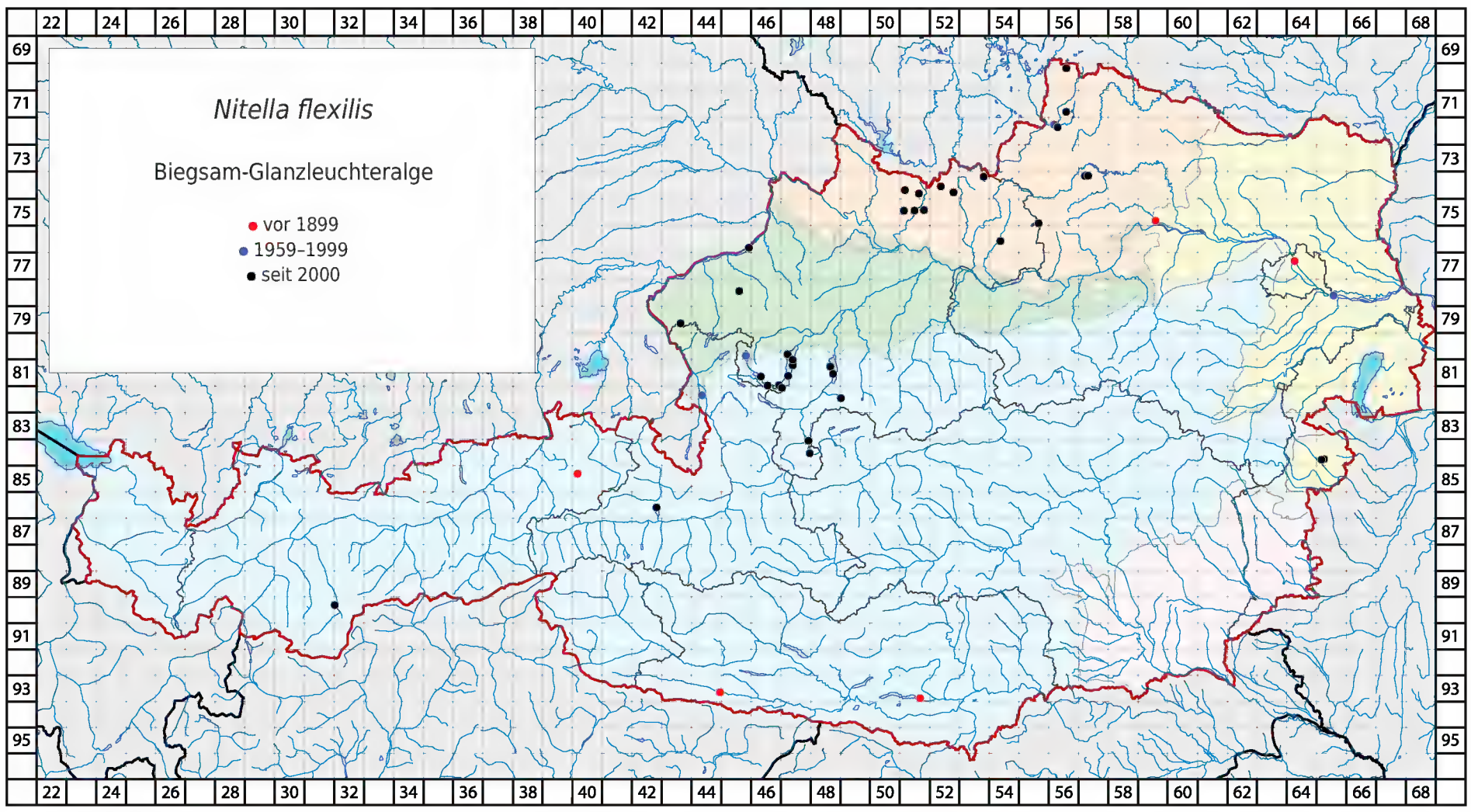


Figure 118. Verbreitung von *Nitella flexilis* in Österreich.

***Nitella gracilis* (J.E.Smith) C.Agardh / Zierlich-Glanzleuchteralge**

Verbreitung: B, W†, N†, K†, O†, S?
Naturräume: AL†, BM†, NV†, PA
Habitate: Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: EN (stark gefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Sukzession
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 180 m s. m., höchstes Vorkommen: 520 m s. m.

Morphologie: *Nitella gracilis* ist eine kleine, zierliche, biegsame, hellgrüne Pflanze. Ihre Sprosse sind bis ca. 15 cm (bis max. 20 cm) lang und vom Grund an verzweigt. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist monözisch. Die Endglieder haben eine einzellige aufgesetzte Spitze. Die Gametangien bilden keine Köpfchen; die Oogonien stehen einzeln an den Astsgabelungen.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Zierlich-Glanzleuchteralge ist eine Pionierart der Klein- bzw. Kleinstgewässer. Entscheidend bei dieser Art sind nicht die Nährstoff-, sondern die Konkurrenzbedingungen. Die Vorkommen im Mittelburgenland befinden sich in relativ großen Waldgebieten. Dadurch sind sie vor einer übermäßigen Eutrophierung recht gut geschützt. Viele der kleinen Weiher wurden wohl als Wildtränken unmittelbar neben den Wegen angelegt. Sie werden anscheinend von Zeit zu Zeit neu ausgeschoben, zudem gibt es mehr oder weniger regelmäßige Störungen durch das Wild. Dadurch kann sich diese konkurrenzschwache Art in den Gewässern recht gut behaupten, vielleicht sogar durch das Wild (besonders Wildschweine?) ausbreiten (Raabe 2024).

Aufgrund der Seltenheit dieser Art ist der Bestandestrend nicht abschätzbar. Es ist grundsätzlich von einer Unterkartierung auszugehen, da es viele geeignete Kleinstgewässer gibt, in denen diese kleinwüchsige, unscheinbare Art kaum auffällt. Auf der anderen Seite sprechen jedoch einige verschollenen Vorkommen für einen Rückgang der Art. Vor dem flächigen Ausbau der Waldwege gab es für diese Art regelmäßig günstige Standorte in Fahrspuren.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(B) Selten; im Mittelburgenland in Waldgebieten bei Oberpullendorf mehrfach in Tümpeln, Weihern und Gräben (Raabe 2024; Herbar Bernhardt, WU; C. Gilli, 2023, iNaturalist).
(W) Verschollen; in der Brigittenau unweit dem Jägerhause (1856, Schur 1870), in Sümpfen nahe der Knödelhütte

Figure 119. *Nitella gracilis*, aus einem Graben im Nikitscher Wald, Mittelburgenland, Burgenland, 26.8.2023 (Foto: C. Gilli).

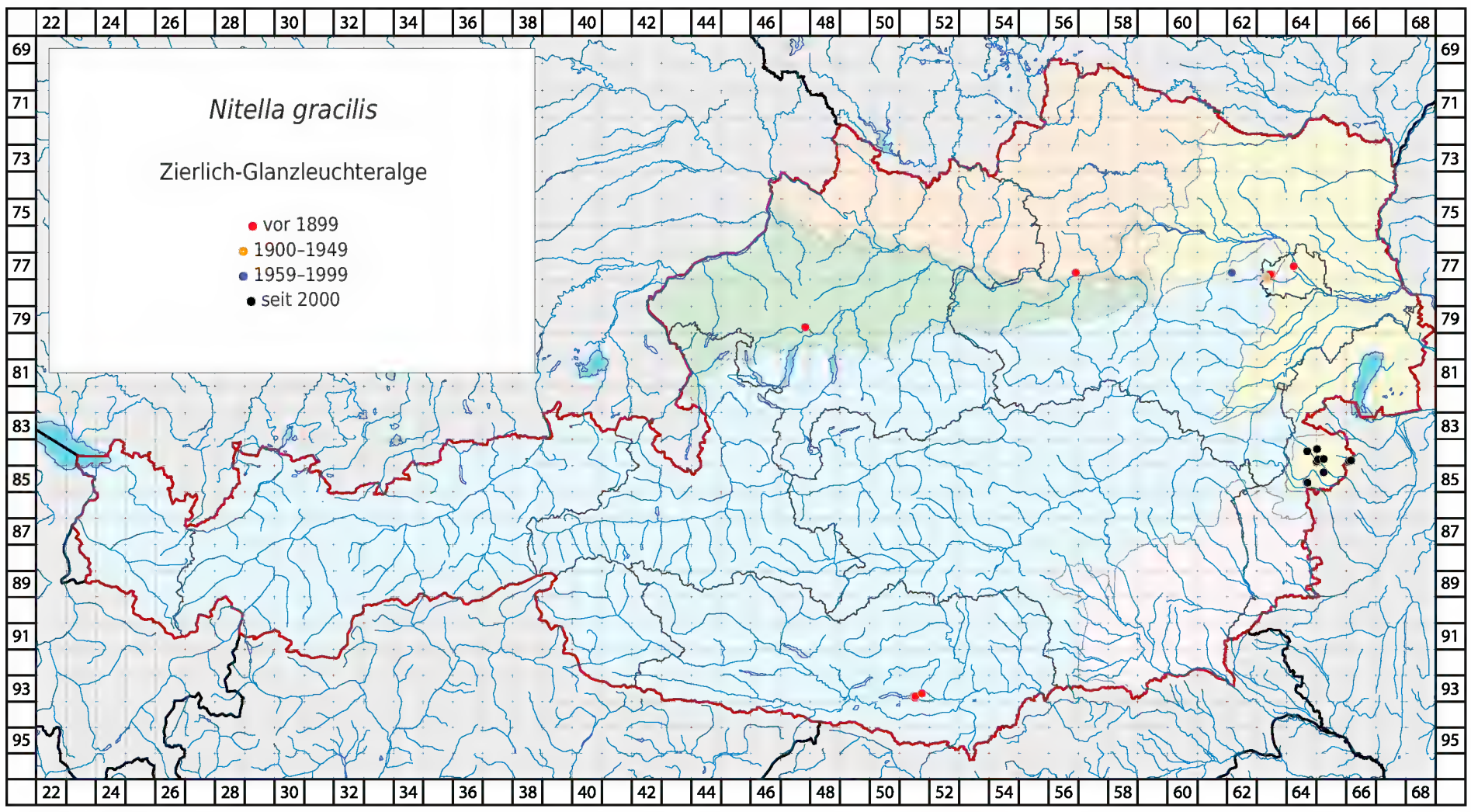


Figure 120. Verbreitung von *Nitella gracilis* in Österreich.

(J. Hungerbyehler, s. d., B, KL, LI, M, WU) und in einem Tümpel bei Hadersdorf-Weidlingau (J. Hungerbyehler, 1916, JE). Berger and Schagerl (2004) geben *Nitella* cf. *gracilis* aus einem Gartenteich in Wien an. Leider existiert davon kein Beleg.

(N) Verschollen; in einer Straßenlache im Walde bei Maria Taferl (K. Schiedermayr, 1882, LI) und in einem Tümpel auf der Waldstraße am Rittersteig bei Eichgraben (A. Gilli, 1970, W).

(K) Verschollen; in Sümpfen um den Wörthersee und in einem Teich am Kreuzbergl bei Klagenfurt (F. Kokeil [1802–1865], s. d., IBF; Ganterer 1847, Migula 1897).

(O) Verschollen; in einer Regenpfütze im Geleise eines aufgelassenen Fahrweges im Pfarrwalde bei Vöcklabruck (F. Mörl in Pötsch and Schiedermayr 1872). Zwar existiert kein Beleg zu dieser Angabe, der Fundort ist jedoch für die Art typisch (Hohla and Gregor 2011a).

(S) Fraglich; die Nennung von *Nitella gracilis* für das Herzogtum Salzburg in Storch (1857) ist leider ohne Fundortsangabe und daher fraglich.

Nitella hyalina (DC.) C.Agardh / Vielast-Glanzleuchteralge

Verbreitung: T†, V†
Naturräume: AL†
Habitate: Seen
Gefährdung: RE (ausgestorben oder verschollen)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Nährstoffeintrag, intensiver Fischbesatz
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 390 m s. m., höchstes Vorkommen: 840 m s. m.

Morphologie: *Nitella hyalina* ist eine zierliche, kleine bis mittelgroße Pflanze (5 bis 20 cm, max. 40 cm). Die unterschiedlich langen, zum Teil schräg abwärts gestellten Äste innerhalb eines Quirls sind typisch für sie. Sie ist die einzige *Nitella*-Art mit zusätzlichen Ästen an der Basis der Quirle. Die jungen Quirle sind meist zu kugeliger Form kompakt zusammengezogen und perlschnurartig aneinandergereiht. Es fehlen Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist monözisch. Die köpfchenartigen Quirle sind von einer Schleimhülle umgeben.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Vielast-Glanzleuchteralge wurde in Österreich bisher nur an zwei Seen beobachtet (s. u.). Diese Art bevorzugt mesotrophe bis schwach eutrophe Gewässer. Das Verbreitungszentrum dieser Art in Europa liegt im westlichen Mittelmeergebiet und in Frankreich (Nat and Becker 2024). Aufgrund ihrer Seltenheit ist der Bestandestrend nicht abschätzbar; das Verschwinden dieser Art an beiden Fundorten und auch im restlichen Bodensee spricht jedoch für einen Rückgang.

Nach Baumann (1911) kam *Nitella hyalina* in schlammigen Untiefen geschützter Buchten auf der Wysse bis zur Grenzzone vor. Sie bildete am Schweizer Ufer und im Gnadensee ausgedehnte und fast reine Bestände. Bei Lang (1967) ist noch ein Fundort im östlichen Gnadensee angegeben; danach gibt es keine weiteren Funde mehr. Keimfähige Oosporen sind jedoch wahrscheinlich noch im Sediment vorhanden (Schmieder 2004; Dienst et al. 2012; Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands 2016).

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(T) Verschollen; am Pillersee (A. Sauter in Leonhardi 1869 mit Anmerkung: von Sauter irrig für *Nitella tenuissima* angesehen; Braun and Nordstedt 1882; Sydow 1882; Migula 1897; Dalla Torre and Sarnthein 1901; Krause 1997).

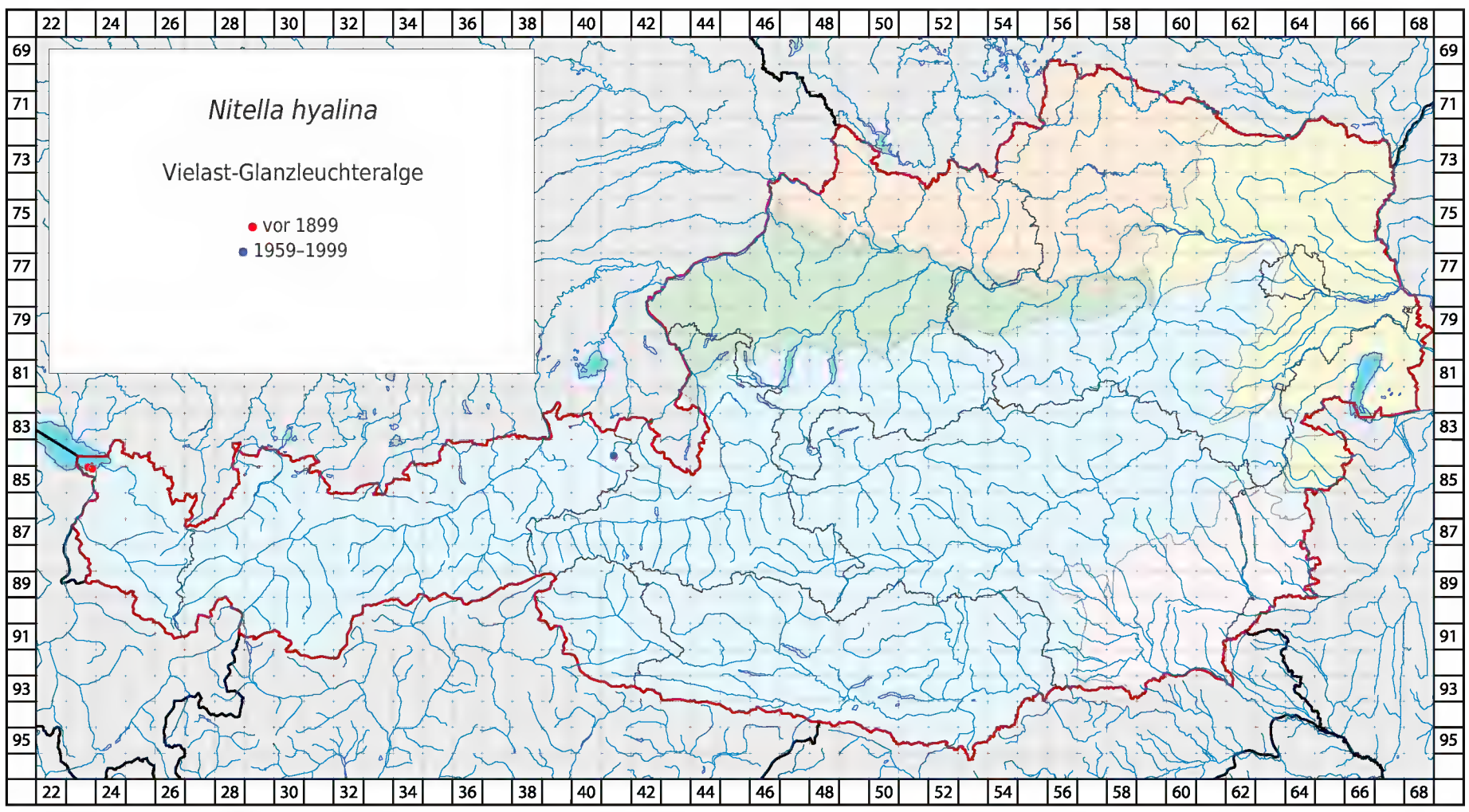


Figure 121. Verbreitung von *Nitella hyalina* in Österreich.

(V) Verschollen; am Rande des Bodensees zwischen Rheineck und Fussach unter *Scirpus lacustris* versteckt (erstmals 1816; Custer 1827; Sauter 1837; Braun 1847a; Höfle 1850; Bruhin 1868; Migula 1897; Dalla Torre and Sarnthein 1901; Krause 1997; Jäger 2000 und 2012). Das Custer-Armleuchteralgen-Herbar dürfte zwar nicht mehr existieren, aber Bruhin sah den Beleg noch bei der Durchsicht dieses Herbars im Jahr 1864 (Bruhin 1868).

Nitella mucronata (A.Braun) Miq. / Stachelspitzen-Glanzleuchteralge

Verbreitung: B, W, N, K†, St†, O, S, V†
Naturräume: AL, NV, SV†, PA
Habitate: Teiche, Flusssysteme, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: EN (stark gefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Sukzession, intensiver Fischbesatz
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 150 m s. m., höchstes Vorkommen: 530 m s. m.

Morphologie: *Nitella mucronata* ist eine dunkelgrüne, mittelgroße Pflanze (10 bis 35 cm, max. 120 cm), die auch nach der Entnahme aus dem Wasser sparrig wirkt. Die Individuen stehen einzeln oder bilden lockere Rasen. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist monözisch. Die ein- bis zweifach mehrstrahlig geteilten Äste sind schräg aufwärts gerichtet und haben eine Endzelle in Form einer kurzen Stachelspitze.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Stachelspitzen-Glanzleuchteralge besiedelt vor allem Altarme und Altwässer an Flüssen, selten auch Teiche und Kleingewässer. Sie ist eine Art der nährstoffreicheren, flacheren Gewässer. Sie dürfte durch die Flussregulierungen des 19. und 20. Jahrhunderts in den Flussauen Rückgänge erlitten haben.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(B) Sehr selten; im Nikitscher Wald in mehreren kleinen Weihern (Wildtränken) an Waldwegen NE Marienhof (U. Raabe et al., 2023, WU; Raabe 2024).
(W) Selten; in der Lobau (Schratt 1988; Schratt-Ehrendorfer 1999; Baart 2016; Seyser 2017), im Mauthnerwasser in den Praterauen (Wenzl 1987), in Tümpeln S der Bärenbergstraße, W der Baderwiese und bei der Saltenstraße (Wenzl 1987).
(N) Selten; in der Lobau (Schlögel 1997; Pall and Kum 2006), in einem Altwasser der Donauauen bei Stopfenreuth (U. Raabe, 2008), in einem Baggersee N von Grafenwörth (K. van de Weyer, 2024); in einem sehr kleinen aber tiefen Tümpel bei Magyar-Falva im Marchfelde (H. W. Reichardt in Leonhardi 1867a) verschollen; letztere Angabe wurde zwar in Leonhard (1867a) ausdrücklich für „Nieder-Oesterreich“ angeführt, lag aber vielleicht schon in der heutigen Slowakei.
(K) Verschollen; im Ehrenthaler Teich unterhalb des Schlosses in Klagenfurt-Nord (G. H. Leute & I. E. Müller, 1978, KL) und in Abzugsgräben des Sumpfes bei Weidmannsdorf bei Klagenfurt (Ganterer 1847; Migula 1897).
(St) Verschollen; in einem Teich bei Eibiswald ([F. X. Edl. v.] Feiller [1801–1862; Czeike 1993], s. d., Herbar Kerner in WU).
(O) Selten; in einem Laichgewässer an der Traun im südwestlichen Stadtbereich von Wels (H. Wittmann, 2008, LI und SZB); im Altwasser der Innauen in

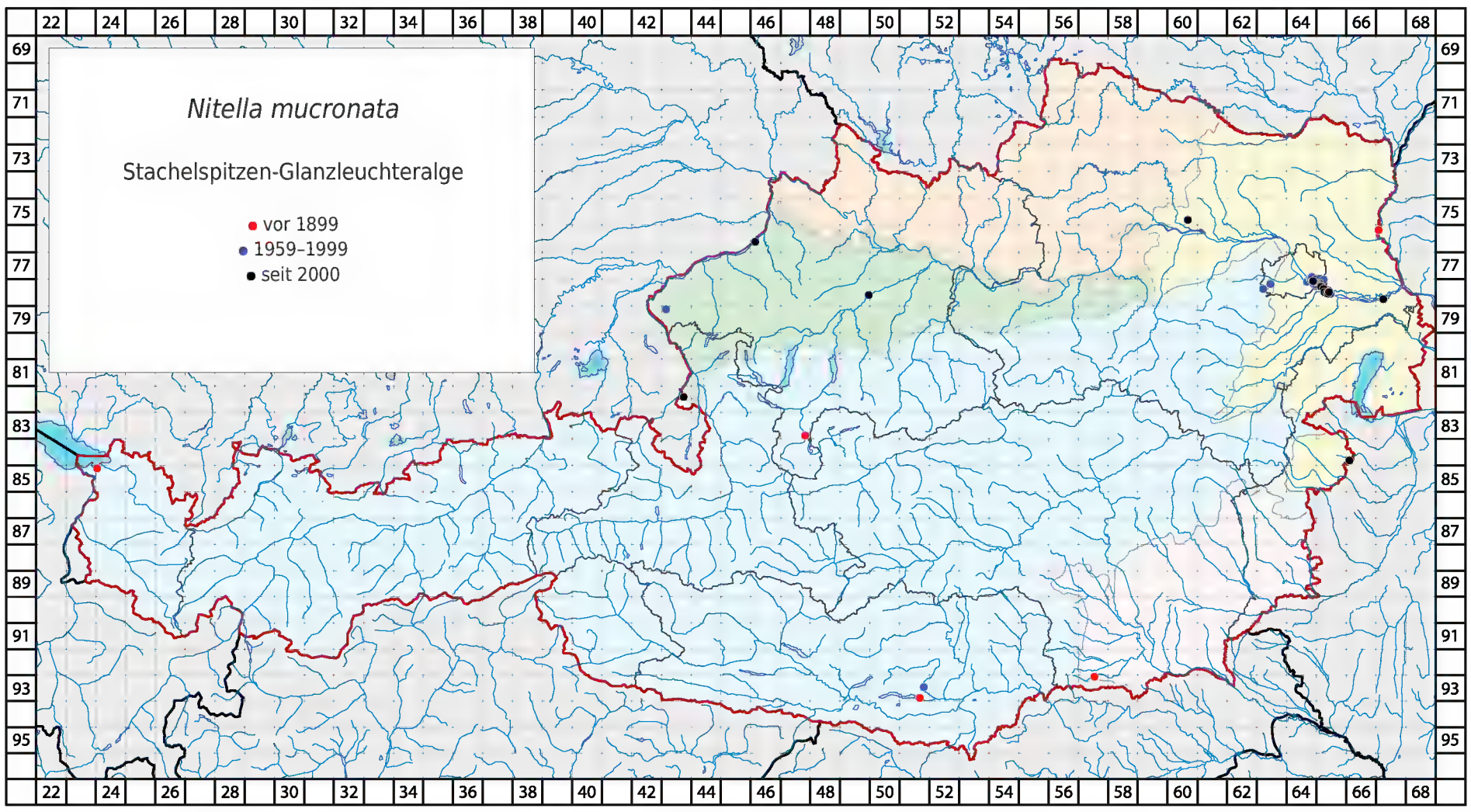


Figure 122. Verbreitung von *Nitella mucronata* in Österreich.

Reichersberg (W. Diewald et al., 2014 („GEFD-Exkursion"); W. Diewald, 2016, Herbar Diewald; M. Hohla, 2017, LI; Hohla 2022). – Im Zufluss des Huckinger Sees in Tarsdorf (R. Krisai, 1984, LI) und in einem Wasserloch in der Nähe des Hallstätter Sees (S. Stockmayr in Schiedermayr 1894; Migula 1897, Hohla and Gregor 2011a) verschollen.

(S) Sehr selten; in einer feuchten Fahrspur auf der Wartberg-Kuppe in Wals-Siezenheim (O. Stöhr, 2003, LI).

(V) Verschollen; in Gräben am Ufer des Bodensees (A. Sauter, 1830; D. Jäger, E-Mail); diese Art gibt es noch mehrfach im Bodensee, allerdings außerhalb von Österreich (Schmieder 2004).

Nitella opaca (Bruzelius) C.Agardh / Dunkel-Glanzleuchteralge

Verbreitung: B, W, N, K, St, O, S, T
Naturräume: AL, BM†, NV, SV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme, Bäche, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: NT (Vorwarnstufe)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Nährstoffeintrag, intensiver Fischbesatz, kleinflächig auch Badebetrieb
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 150 m s. m., höchstes Vorkommen: 2.020 m s. m.

Morphologie: *Nitella opaca* ist eine kleine bis mittelgroße (5 bis 30 cm, max. 80 cm), dunkelgrün gefärbte, glänzende, aber oft kalkinkrustierte Art. Sie ist von schlanker Gestalt, besitzt meistens einmal geteilte bis ungeteilte Sprosse; fertile Sprosse sind am oberen Ende häufig kopfartig zusammengezogen und die Äste sind einseitig ausgerichtet. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist diözisch. Die Pflanzen sind etwas zierlicher als jene von *Nitella flexilis* und fallen außerhalb des Wassers meist zusammen. Sterile Exemplare lassen sich nicht sicher von *N. flexilis* unterscheiden. *Nitella opaca* ist eine typische Frühjahrsart, deren Keimung bereits im Herbst beginnt; die Gametangien reifen schon im April/Mai.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Dunkel-Glanzleuchteralge besiedelt vor allem natürliche, oligo- bis mesotrophe Seen, seltener auch Quellteiche, Augewässer, Fischteiche, Bäche oder Kleingewässer. Diese Art dürfte durch die Zerstörung von Lebensräumen und die Nährstoffeinträge in manchen Seen leichte Rückgänge erlitten haben; einige historische Vorkommen sind verschollen.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Sehr selten; im Neufelder See (Pichler 1997; M. Hofbauer, A. Berger, D. Reich, R. Sander, 2022, WU).

(W) Selten; in der Oberen Lobau (Schratt 1988; Schlögel 1997; Schratt-Ehrendorfer 1999).

(N) Selten; in der Unteren Lobau (Pall and Kum 2006; Baart 2016), im Lunzer Untersee (E. Kusel-Fetzmann, 1978; Herbar Krause/Iffeldorf; Kusel-Fetzmann 1986; Prosenz 1993; Berger and Schagerl 2004). – In Gräben bei Moosbrunn (H. W. Reichardt, 1863, W; Anonymus 1864b; Migula 1897) und im Kalten Bache bei der Jesuitenmühle (A. Heimerl, 1884, LI) verschollen.

(K) Zerstreut; vor allem in den großen Seen, im Wörthersee (KIS 2007, 2018 und 2021), im Keutschacher See (KIS 2017), im Faaker See (KIS 2003), im Millstätter See (KIS 2002; U. Prochinig 2023b; Prochinig 2023a) und im Weißensee (U. Prochinig, 2024). – In Gräben und Teichen um Klagenfurt (Braun 1847a; Migula 1897) und in einem Bach im Thoner Moos (G. H. Leute & H. Rippel, 1981, KL) verschollen.

(St) Selten; im Schwarzl-Freizeitsee bei Unterpremstätten (J. Sampl, 1998, KL), im Erlaufsee (T. Gregor, 2018, FR) und im Grundlsee (W. Diewald, 2015, Herbar Diewald).

(O) Mäßig verbreitet; vor allem in den Salzkammergutseen, im Traunsee (F. Simony, 1868, W; H. Hamann, 1952, LI; Pall et al. 2023; Hohla and Diewald 2024), im Offensee (W. Diewald, 2015, Herbar Diewald; Pall et al. 2020a), im Vorderen Langbathsee (T. Gregor, 2007, LI; S. Oldorff, 2023, Herbar Bernhardt), im Attersee (W. Holzner, ca. 1975, WHB; W. Holzner in Schratt 1993; Pall 1996; Pall et al. 2010a; B. Turner, 2018, Herbar Bernhardt; Krautkrämer 2018), im Schwarzensee (T. Gregor et al., 2008, LI), im Hallstättersee (O. Stapf [1857–1933], s. d., JE, KL, LI, W, WU; Leonhardi 1864, Pötsch und Schiedermayr 1872, S. Stockmayr in Schiedermayr 1894; Pall et al. 2020b; Hohla and Diewald 2024), in Fischteichen im Vordertal (T. Gregor. A. König, M. Hohla, 2008, LI), im Mondsee (Pall et al. 2003; Pall and Plachy 2022), im Irrsee (Melzer 1995; Diewald et al. 2015); selten im Nördlichen Vorland, etwa in Quellteichen an der Salzach bei St. Radegund (M. Hohla, 2011, LI), in Quellteichen und im Bootshafen nahe der Salzachmündung in Überackern (M. Hohla, 2014, LI; Hohla and Diewald 2024), in einem Fischteich in den Innauen bei Mining (M. Hohla, 2012, LI), in einem Tümpel in Alkoven (A. Lugmair, 2008, Herbar Lugmair), in einem Kleingewässer in den Traunauen bei Linz (F. Lenglachner, 2007, Herbar Lenglachner), im Hüttinger Altarm an der Donau (Schaffer 1996). – Verschollen bei einer Insel an der Enns gegenüber Haidershofen (H. Hamann, 1950, LI), im Prägartner Teich bei Freistadt (K. Urban, 1873, LI), in Lachen bei Kirchdorf [an der Krems] (K. Schiedermayr [1818–1895], s. d., W; Leonhardi 1864) und in einem Wiesengraben in Seebach bei Kirchdorf (Pötsch and Schiedermayr 1872).

(S) Zerstreut; vor allem in den Seen im Flachgau, im Wolfgangsee (Pall et al. 2016), im Fuschlsee (B. Edlinger & L. van Campen, 1980, Herbar Krause/Iffeldorf; Pall et al. 2016), im Mattsee (Pall et al. 2015), in einem Teich im Quellgebiet der Fischach (P. Pilsl, 2019, Herbar Pilsl) und im Pinzgau im Zeller See (Pall et al. 2016).

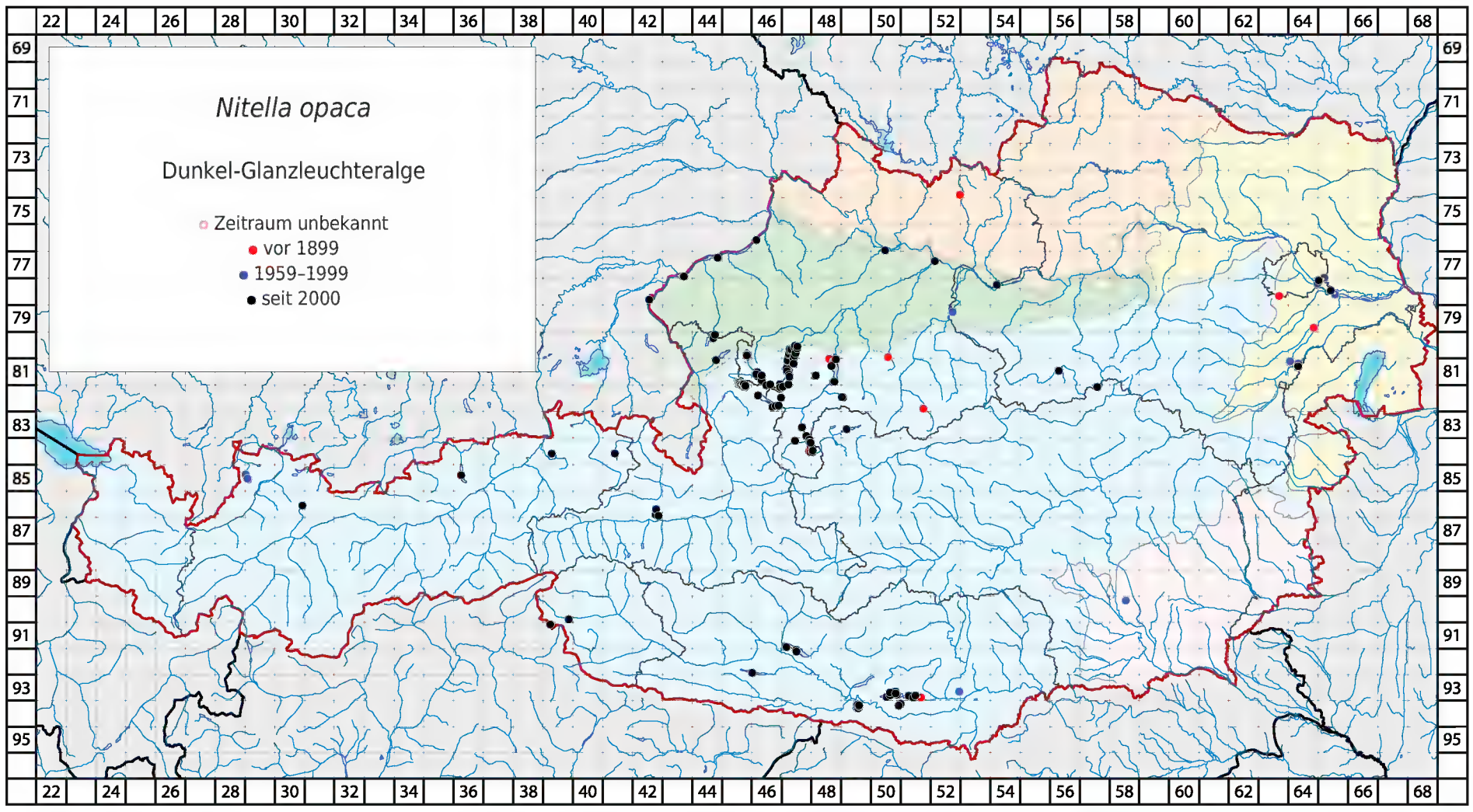


Figure 123. Verbreitung von *Nitella opaca* in Österreich.

(T) Selten; in Osttirol in St. Jakob in Defereggen (R. Krisai, 2005, LI), im Obersee am Staller Sattel (K. van de Weyer, 2009), im Pillersee (W. Diewald, 2019, Herbar Diewald), im Achensee (Pall et al. 2011), im Hintersteiner See (Pall and Plachy 2023), im Fernsteinsee (V. Krautkrämer & S. Oldorff, 2018), im Vilsalpsee (T. Schauer, 1977, Herbar Krause/Iffeldorf; Schauer 1978), im Traualpsee (T. Schauer, 1977, Herbar Krause/Iffeldorf; Schauer 1978) und in einer Lache bei der Landsberger Hütte (Schratt 1993).

Weitere Literatur: Thaler (1981), Hohla and Gregor (2011a, b) Hohla (2022).

Nitella syncarpa (Thuill.) Chev. / Verwachsenfrucht-Glanzleuchteralge

Verbreitung: W, N, K, O, S, T†, V
Naturräume: AL, NV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme, Bäche, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: VU (gefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, intensiver Fischbesatz
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 150 m s. m., höchstes Vorkommen: 950 m s. m.

Morphologie: *Nitella syncarpa* ist eine in Habitus und Größe variable Art (10 bis 40 cm, max. 70 cm); sie ist dünnstängelig und hellgrün. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist diözisch und ihre Fruktifikationsorgane weisen eine deutlich erkennbare Schleimhülle auf. Die Oogonien sitzen zu 2–4 am Knoten ungeteilter Äste. *Nitella syncarpa* ist eine typische Sommerpflanze,

Figure 124. *Nitella syncarpa*, aus einem neu angelegten Amphibientümpel in den Donauauen östlich des Weikerlsees, Oberösterreich, 16.10.2024 (Foto: W. Weißmair).

die nur selten vor Mai zu finden ist. Nur weibliche fertile Pflanzen lassen sich von *Nitella capillaris* unterscheiden.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Verwachsenfrucht-Glanzleuchteralge besiedelt mesotrophe Seen, Augewässer, Schotterteiche, Tümpel oder andere Kleingewässer. Sie dürfte durch die Zerstörung von Lebensräumen gewisse Rückgänge erlitten haben, denn einige historische Vorkommen sind inzwischen verschollen.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(W) Selten; in der Lobau (Holzner et al. 1978–1980; Wenzl 1987; Schratt 1988; Schlögel 1997; Schratt-Ehrendorfer 1999; Pall and Kum 2006; Baart 2016), auf der Donauinsel (L. Rasran, 2024, Herbar Bernhardt). – Im Heustadler Wasser im Prater (J. Juratzka, 1867, W; H. W. Reichardt [1835–1885], s. d., P; Anonymus 1864; Leonhardi 1865; Rauscher in Leonhardi 1867a; Reuss 1873) verschollen.

(N) Selten; in der Unteren Lobau (Schratt 1988; Schratt-Ehrendorfer 1999; Pall and Kum 2006; Baart 2016), im Phönixteich auf der Donauinsel (S. Lefnaer, 2021, Forum Flora Austria) und in den Donauauen bei Zwentendorf (K.-G. Bernhardt, 2013, Herbar Bernhardt).

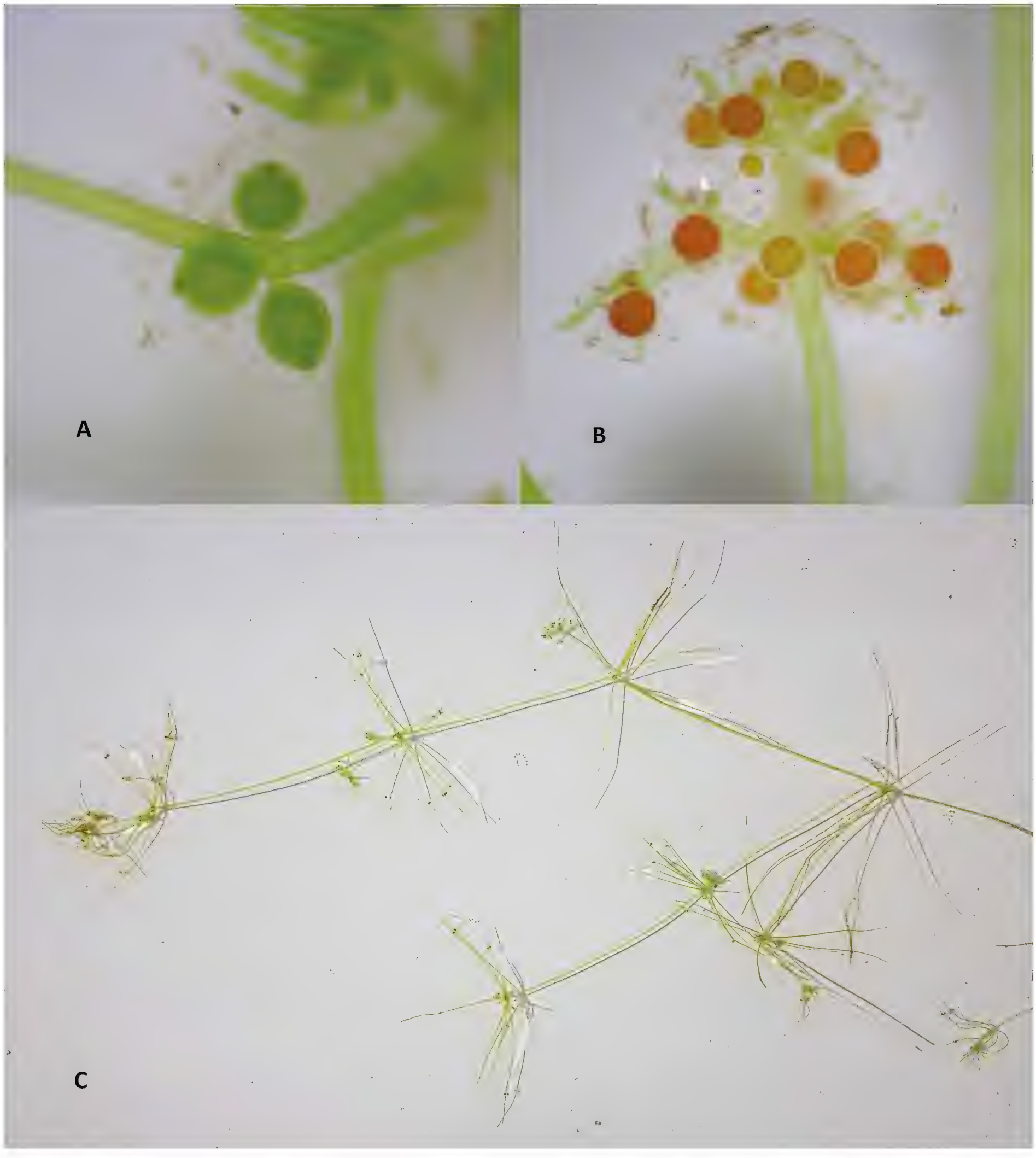


Figure 125. *Nitella syncarpa*, aus dem Phönixteich auf der Donauinsel, Niederösterreich, 21.8.2021. **A.** Oogonien; **B.** Antheridien; **C.** Habitus (Fotos: S. Lefnaer).

(K) Zerstreut; vor allem im Weißensee (KIS 2003, 2016 und 2017; Prochinig 2021), weiters im Penkensee (U. Prochinig, 2021; Prochinig 2022), in einem Tümpel E Köttmansdorf (W. Franz, 1985, KL), in einem moorigen Waldteich zwischen Velden und Keutschach (Holzner et al. 1978–1980) und in einem Wasserloch SE des Müllteiches W Hörtendorf (G. H. Leute & I. E. Müller, 1980, KL). – In Sümpfen am Wörthersee und in den Teichen des Kreuzbergels bei Klagenfurt (F. Kokeil, 1843, M und W; Ganterer 1847; Braun 1847a; Leonhardi 1867a; Migula 1897) verschollen.

(O) Selten; im Hallstätter See (Pall et al. 2020b), im Drachensee am Mondsee (M. Hohla, 2009, LI; A. König et al., 2009, FR; Hohla and Gregor 2011a; Hohla and Gregor 2011b), in einem Teich W der Feldkirchner Badeseen (A. Lugmair, 2007, Herbar Lugmair; A. Lugmair, 2023, LI), in einem Tümpel in den Donauauen E des Weikerlsees (W. Weißmair, 2024, E-Mail, Fotos det. M. Hohla u. H. Korsch) und ein einem Laichgewässer am Traunufer, im südwestlichen Stadbereich von Wels (H. Wittmann, 2008, FR). – In einem Graben im Seebach bei Kirchdorf [an der Krems] (K. Schiedermayr [1818–1895], s. d., LI) verschollen. Bei diesem von K. Schiedermayr als „*Nitella opaca*" gesammelten, undatierten Beleg handelt es sich um männliche Pflanzen mit Schleimhülle, also keine *Nitella opaca*; die Unterscheidung zwischen *Nitella capillaris* und *N. syncarpa* war jedoch aufgrund der fehlenden weiblichen Pflanzen nicht möglich.

(S) Selten; im Pinzgau im Zeller See (Pall et al. 2016).

(T) Verschollen; im Hirschweiher bei Loreto (F. Leithe, 1869, LI; F. Stolz, 1894, JE; Braun und Nordstedt 1882, Migula 1897) und in Abzugsgräben des Völser Sees oberhalb von Innsbruck (F. Leithe, 1870, LI; Migula 1897).

(V) Zerstreut; in der Niederung des Rheintals und des Walgaus, vor allem in Gräben in der Nähe des Bodensees und in Baggerseen, im Jannersee (2007), im Alten Rhein von Lustenau bis Altach (1998), in großen Mengen in den Baggerseen im Gebiet Paspels (2007), in Baggerseen Rüttenen bei Gisingen (2007), Baggersee Satteins (2007), Nachbauersee (2007), Fliegenfischersee bei Nenzing und Baggersee bei Nüziders (2007); naturnahe im Wiglatgraben und in den angrenzenden überstauten Schilfflächen im Rheindelta (2002 und 2005; alle Jäger 2012). – Verschollen in Bodenseeriedgräben zwischen Lochsee und Bodensee, in Pfützen des Alten Rheins (Custer in Bruhin 1868), bei Mehrerau (Bruhin 1867), im Lochsee im Rheindelta Kurz (1912) bzw. „Bei Rheineck und Bregenz (Cust.), im Rhein und Bodensee" (Höfle 1850).

Weitere Literatur: Braun (1847a), Dalla Torre and Sarnthein (1901).

Nitella tenuissima (Desv.) Kütz. / Schirm-Glanzleuchteralge

Verbreitung: K
Naturräume: AL
Habitate: Seen, Teiche
Gefährdung: G (Gefährdung unbekannten Ausmaßes)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, intensiver Fischbesatz, Sukzession, Nutzungsaufgabe
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 590 m s. m., höchstes Vorkommen: 620 m s. m.

Morphologie: *Nitella tenuissima* ist eine zierliche, grüngelbliche, wenig verzweigte Art. Ihre Sprosse sind ca.

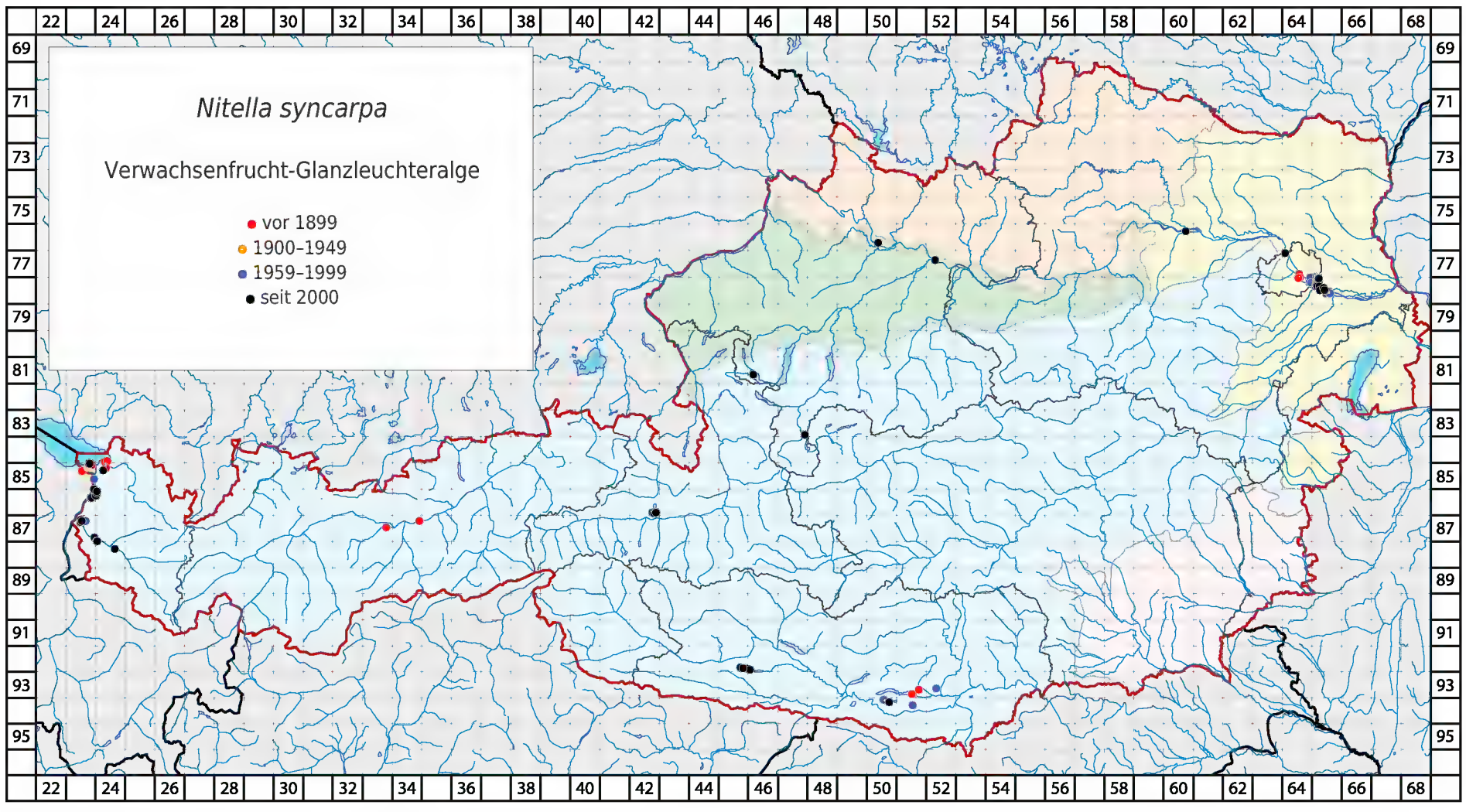


Figure 126. Verbreitung von *Nitella syncarpa* in Österreich.

5 bis 20 cm lang, meist jedoch ca. 10 cm. Der Spross trägt kleine kugelförmige Quirle zwischen den langen Internodien. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist monözisch. Die Gametangien sind überwiegend an der zweiten, selten an der dritten, jedoch nie an der ersten Gabelung der Äste ausgebildet.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Schirm-Glanzleuchteralge ist eine konkurrenzschwache Art kleinerer Gewässer. In Österreich wurde sie erst 2020 erstmals in einem nährstoffreichen, verschlammten Fischteich bei Mallenitzen nachgewiesen. 2021 folgte ein weiterer Fund im durch Huminsäuren braun gefärbten Penkensee (s. u.). Da *Nitella tenuissima* eine sehr seltene Art der österreichischen Characeenflora darstellt, ist der Bestandstrend bisher nicht einschätzbar; eine Gefährdung ist jedoch anzunehmen.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(K) Sehr selten; in einem Fischteich bei Mallenitzen (2020; Prochinig 2021) und im Penkensee (U. Prochinig, 2021; Prochinig 2022).

Nitella translucens (Pers.) C.Agardh / Schimmernd-Glanzleuchteralge

Verbreitung: W?, N†
Naturräume: PA†
Habitate: Moore, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: RE (ausgestorben oder verschollen)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung
Höhenverbreitung: ca. 180 m s. m.

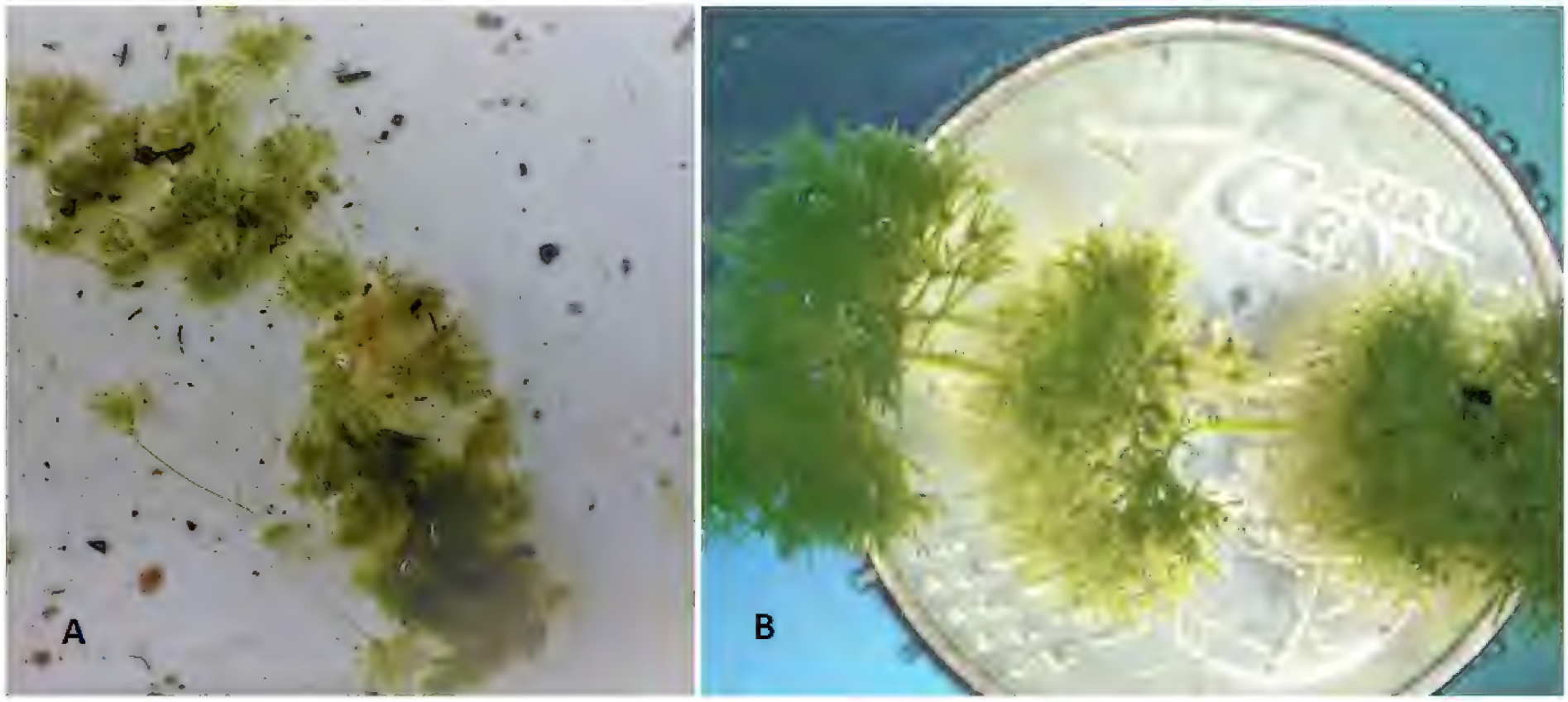


Figure 127. A. *Nitella tenuissima*, aus einem Fischteich bei Mallenitzen, Kärnten, 15.10.2020; **B.** im Vergleich mit einer 1 Cent-Münze (Foto: U. Prochinig).

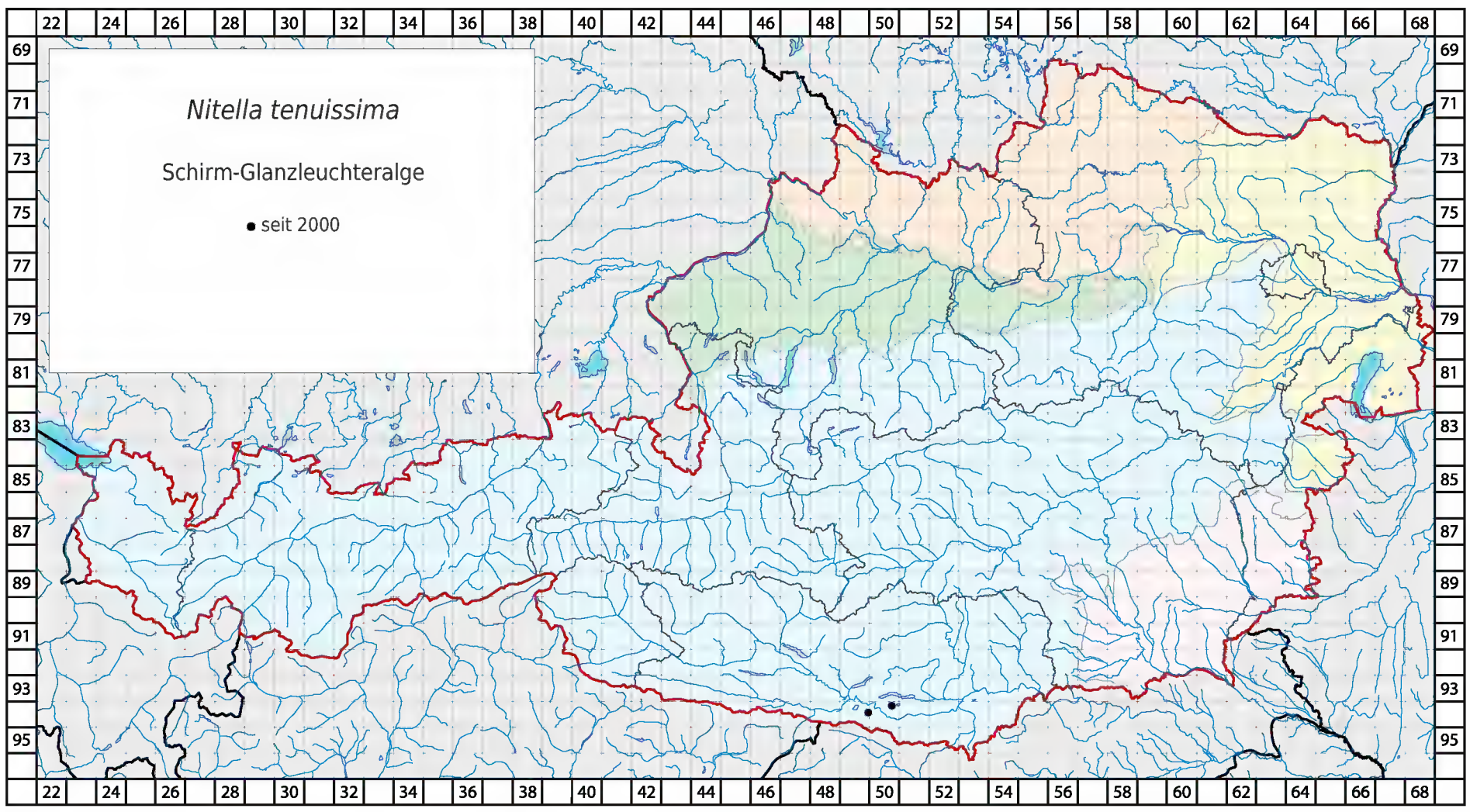


Figure 128. Verbreitung von *Nitella tenuissima* in Österreich.

Morphologie: *Nitella translucens* ist die kräftigste heimische *Nitella*-Art. Ihre Sprosse sind 15 bis 80 cm lang, maximal 125 cm. Die sterilen Quirläste sind einmal geteilt und oft so dick wie der Spross. Die Pflanzen sind meist wenig verzweigt, dunkelgrün, unverkalkt und durchscheinend. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Die Art ist monözisch. Die Gametangien sind in 1 bis 4 mm lang gestielten, dichten Köpfchen angeordnet.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Schimmernd-Glanzleuchteralge ist eine subatlantische, westeuropäisch verbreitete Art, die nur selten in das kontinental geprägte Mitteleuropa ausstrahlt (Abdelahad and Becker 2024). Das frühere, weitab des Hauptareals gelegene Vorkommen bei Moosbrunn in Niederösterreich (s. u.) wurde bereits von Sydow (1882) bzw. Migula (1897) akzeptiert und später von Krause (1997) bestätigt.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(W) Fraglich; in der Freudenau in der Nähe der Rennbahn, im sogenannten Schwarzenstockwasser (Schur 1870). Diese Angabe wurde nie bestätigt; die Nennung „Wien" in Braun and Nordstedt (1882) dürfte sich auf Moosbrunn bezogen haben (s. u.) und nicht auf die Angabe aus der Freudenau. Dass die Lokalität Moosbrunn Wien zugeordnet wurde, war damals üblich. Schon Schur (1870) war sich über seinen Fund nicht sicher: „*In der Freudenau, im s. g. Schwarzenstockwasser, kommt mit Najas minor eine Chara vor, die ich damals nicht bestimmen konnte, die ich aber gegenwärtig für Chara translucens halten möchte. Vielleicht gelingt es einem Wiener Botaniker, dieses in das Reine zu bringen*". Frühere Angaben von „*Chara translucens*" waren nicht selten Verwechslungen mit *Nitellopsis obtusa* (vgl. Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands 2016). Letztere Art ist zwar heute in den Donauauen Wiens zu finden, doch es fehlen historische Nachweise (s. u.).

(N) Verschollen; Moosbrunn bei Wien (Braun and Nordstedt 1882; Sydow 1882; Migula 1897; Krause 1997). Migula (1897) berichtet von *Nitella translucens* „*In dem Moosbrunner Torfmoor bei Wien*". Leider konnte bisher kein Beleg dazu gefunden werden. Es ist jedoch anzunehmen, dass ein solcher existierte. Krause (1997) schreibt: „*Der alte Fundort Moosbrunn bei Wien weit außerhalb des atlantischen Gesamtareals wurde als var. confervoides bestätigt*". Woher Krause die Information hat, dass dort die var. *confervoides* vorgekommen sei, ist nicht nachzuvollziehen. Es spricht jedenfalls dafür, dass es irgendwo noch einen Beleg von Moosbrunn gibt. Die ökologischen Bedingungen pass(t)en jedenfalls in Moosbrunn, denn *Nitella translucens* liebt Torfgewässer der Ebene mit stehendem oder langsam fließendem Wasser, besonders wenn sie durch Quellen gespeist werden (Migula 1897). Dies war in den Moorgräben und Quellbereichen des Jesuitenbaches im 19. Jahrhundert der Fall, die heute leider großteils zerstört sind.

Im Herbarium Jena (JE) wurde ein Beleg von *Nitella translucens* gefunden, der auf den ersten Blick den Eindruck erweckt, als stamme dieser aus Österreich („*flore de la Vienne* ", leg. C. J. L. Delastre [1792–1859], Herbar Migula, conf. H. Korsch). Allerdings betraf dieses „*Vienne*" auf dem Beleg von Delastre das Vienne bei Poitiers in Frankreich, wo Delastre ab 1828 Bürgermeister war und worüber er 1842 die „Flore analytique et descriptive du département de la Vienne" verfasste (Delastre 1842; Candegabe and Bodin 2001; Charpin and Aymonin 2003; Hoff and Royer 2015).

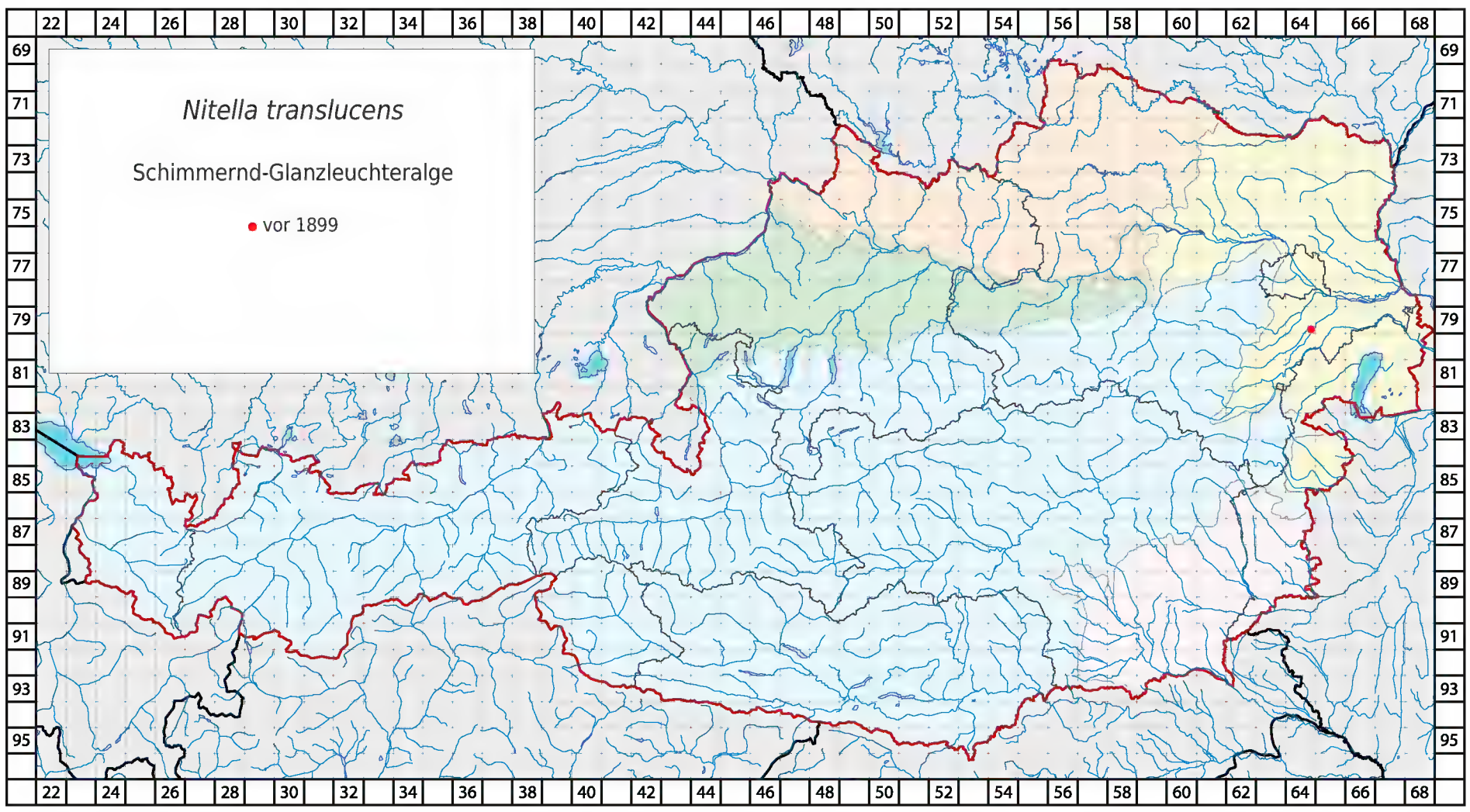


Figure 129. Verbreitung von *Nitella translucens* in Österreich.

Nitellopsis obtusa **(Desv.) J.Groves / Sternglanzleuchteralge**

Verbreitung: B, W, N, K, St, O, S, V
Naturräume: AL, NV, SV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme
Gefährdung: LC (ungefährdet)
Gefährdungsursachen: derzeit keine Gefährdung
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 930 m s. m.

Morphologie: *Nitellopsis obtusa* ist oft eine große (20 bis 100 cm, max. 200 cm), kräftige Pflanze mit ungeteilten Ästen und kräftigen Knoten. Die Art bildet bis zu 20 cm lange Internodien aus; diese sind meist länger als die Äste. Typisch sind die abspreizenden, an den jüngeren Ästen vorhandenen, relativ langen 1–2 Blättchen. Es fehlen eine Rinde, Stacheln und Stipularen. Sie ist diözisch. Gametangien werden nur selten ausgebildet; die Vermehrung erfolgt in erster Linie vegetativ. Ein wichtiges Erkennungsmerkmal sind die weißen, sternförmigen Bulbillen im Rhizoidbereich.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Sternglanzleuchteralge besiedelt vor allem natürliche, meso- bis leicht eutrophe Seen, Augewässer, seltener Teiche. Diese Art bildet in den Alpenseen heute teilweise große, dauerhafte Bestände. Im Bodensee konnte *Nitellopsis obtusa* in den vergangenen Jahrzehnten stark zunehmen. Sie ist nach Pall et al. (2010) und Jäger (2012) die häufigste Wasserpflanze im Vorarlberger Bereich des Bodensees. Der erste Nachweis im österreichischen Anteil des Bodensees gelang G. Lang im Jahr 1978 (Lang 1981). Dies war zugleich der erste Nachweis in Österreich. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war die Art nur aus dem an der deutsch-schweizerischen Grenze liegenden Untersee bekannt (Baumann 1911; Schmieder 1998). Für Krause (1985) stellt die Unempfindlichkeit gegenüber Eutrophierungserscheinungen die Grundlage dar für dieses Ausbreitungsverhalten. Sie hat sich dadurch aus ihrer angestammten Wuchszone in tieferen Litoralabschnitten in die eutrophierten Flachwasserbereiche ausgebreitet (Dienst et al. 2012). Deutlich ist solches Verhalten auch im Wörthersee in Kärnten zu erkennen. Aus diesem See gibt es erst ab 1978 Nachweise (s. u.), obwohl vor allem im 19. Jahrhundert eine Reihe von Botanikern am Wörthersee Characeen sammelte. Auch aus den oberösterreichischen Salzkammergutseen und den Seen des Salzburger Flachgaues existieren keine historischen Nachweise der Sternglanzleuchteralge. Es muss also insgesamt von einer deutlichen Zunahme der Art ausgegangen werden (Krause 1985 und 1986). In Nordamerika gilt *Nitellopsis obtusa* als ein invasiver Neophyt (Larkin et al. 2018). Diese Art wird durch die zunehmende Klimaerwärmung sogar gefördert (Romero-Alvarez et al. (2017).

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Selten; im Neusiedler See (Pall et al. 2013a) und im Neufelder See (Pichler 1996 u. 1997).

(W) Zerstreut; vor allem in der Lobau (Schratt 1988; Schlögel 1997; Schratt-Ehrendorfer 1999; Pall et al. 2000; Pall and Kum 2006; Baart 2016; Kum 2016; Vielberth 2017; Seyser 2017; A. Hudler, 2013, WHB; J. Vielbert, 2015, Herbar Bernhardt), in der Alten Donau (Löffler 1988; Kusel-Fetzmann 1999; Teubner et al. 2022) und in der Neuen Donau (Berger and Schagerl 2004; S. Lefnaer, 2023, JACQ).

(N) Selten; in der Unteren Lobau (Pall and Kum 2006; Baart 2016), im Nationalpark und in den Donauauen bei Fischamend (K. Nadler, 2024, iNaturalist), in Augewässern WSW Orth an der Donau (J. Vielberth, 2015, WHB; Vielberth 2017), im Regelsbrunner Altarmsystem (Kum 2004), in Augewässern SW Eckartsau (J. Vielberth, 2015, WHB; Vielberth 2017), in Augewässern SW Stopfenreuth (J. Vielberth, 2015, WHB; Vielberth 2017) und in einem Baggersee N von Grafenwörth (K. van de Weyer, 2024).

(K) Mäßig verbreitet; vor allem im Wörthersee (N. Schulz & L. Schulz, 1978, KL; B. Edlinger & L. van Campen, 1980, Herbar Krause/Iffeldorf; KIS 2007; 2019 und 2021; Friedl et al. 2022), in der Glanfurt in Waidmannsdorf in Klagenfurt (W. Franz, 1997, KL), im Klopeiner See (KIS 2017 u. 2018, Friedl et al. 2022), im Keutschacher See (KIS 2017; Friedl et al. 2022), im Magdalenensee (KIS 2018), im Millstätter See (KIS 2019; U. Prochinig, 2022 und 2024) und im Weißensee (V. Krautkrämer & S. Oldorff, 2018).

(St) Sehr selten; im Aldriansee der Tillmitscher Teiche (Fank et al. 2004).

(O) Mäßig verbreitet; vor allem in den Salzkammergutseen, wie im Attersee (Pall 1996; Pall et al. 2010a; Hohla and Gregor 2011a; Langangen 2017; M. Hohla, 2008, LI), im Mondsee (Pall et al. 2003; Langangen 2017; Pall and Plachy 2022; T. Gregor et al., 2009, LI) und im Irrsee (M. Vöge, 1988, Herbar Krause/Iffeldorf; W. Diewald, 2013, Herbar Diewald; Melzer 1995; Diewald et al. 2015), selten im Traunsee (Pall et al. 2023) und im Wolfgangsee (S. Oldorff & W. Diewald, 2024; Hohla and Diewald 2024); sehr selten im nördlichen Vorland, im Pichlingersee bei Linz (M. Freinschlag, 2011, Herbar Freinschlag).

(S) Zerstreut; vor allem in den Seen im Flachgau, im Obertrumer See, im Grabensee, im Mattsee; selten im Wallersee (alle Pall et al. 2015), im Zeller See (Pall et al. 2016) und im Karlsbader Weiher in Liefering in Salzburg (Hohla and Diewald 2024).

Figure 130. *Nitellopsis obtusa*, Neue Donau, Wien, 28.9.2018 (Foto: K. Pall).

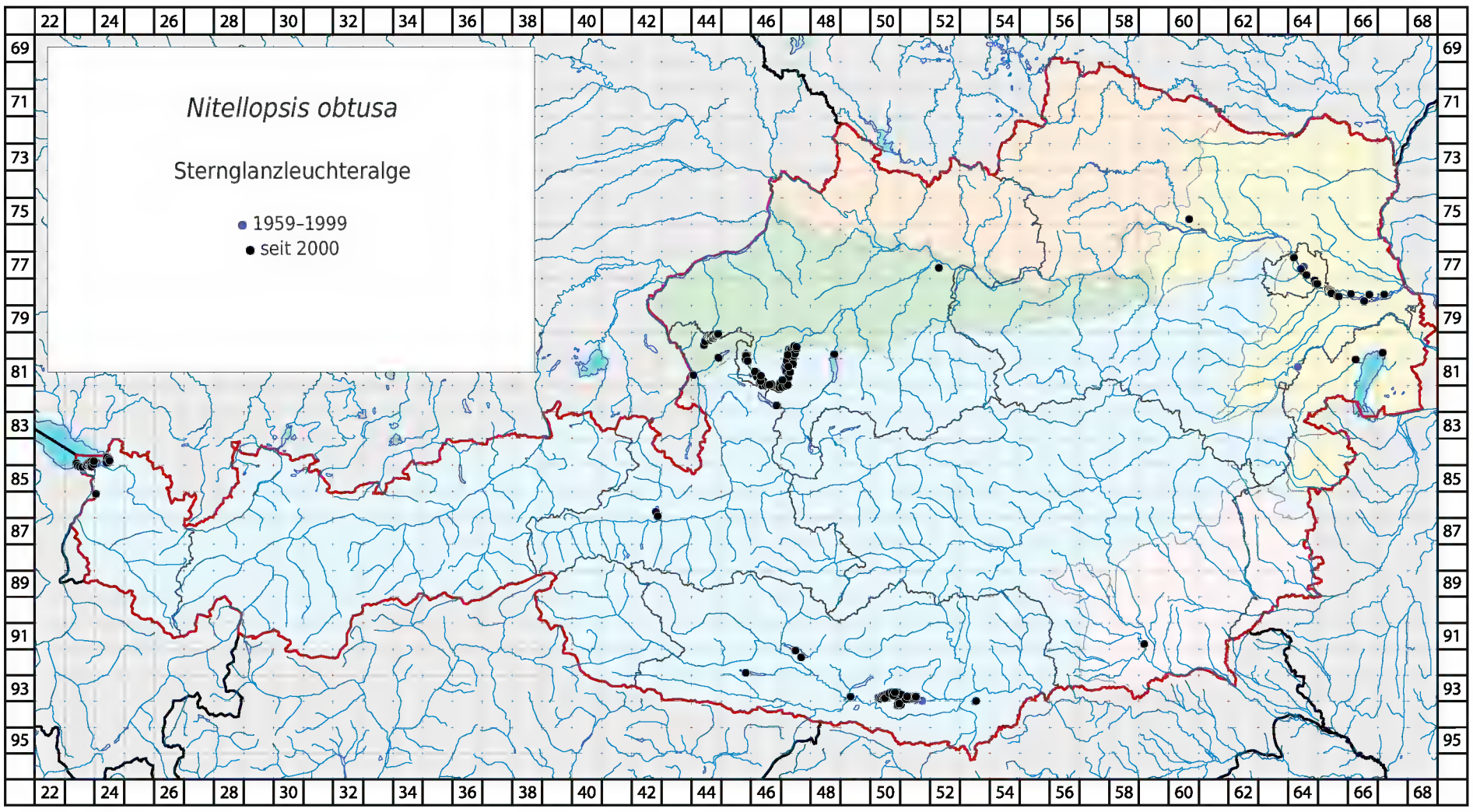


Figure 131. Verbreitung von *Nitellopsis obtusa* in Österreich.

(V) Mäßig verbreitet; vor allem im Bodensee (G. Lang, 1977; Schmieder 1998; Pall et al. 2010b; Schmieder et al. 2017; sehr selten in Baggerseen am Alten Rhein bei Hohenems (Jäger 2012).

***Sphaerochara canadensis* (Sawa) Soulié-Märsche / Kanada-Kugelleuchteralge**

Synonym: *Tolypella canadensis* Sawa
Verbreitung: O?, S?
Naturräume: AL?
Habitate: Seen?
Gefährdungsursachen: ?
Höhenverbreitung: ?

Morphologie: *Sphaerochara canadensis* ist eine bis 30 cm große, dunkelgrüne, büschelig wachsende, ausdauernde Pflanze mit einem steifen Erscheinungsbild. Ihre *Nitella*-Wuchsform und das Perennieren unterstreichen die Sonderstellung dieser Art (Krause 1997). Jeder Quirl besitzt 5–6 ungeteilte, aus 3 oder 4 Zellen bestehenden Ästen. Deren 1–2 Endzellen sind klein, schmal und bilden eine Spitze. Die Gametangien formen Köpfchen, allerdings ist die Art meist nur steril anzutreffen. Sie hat Ähnlichkeiten mit *Nitella opaca* und *Nitella flexilis*, mit denen sie auch nicht selten vergesellschaftet ist, ist aber durch den steifen Wuchs und die Stachelspitzen gut von diesen unterscheidbar (Langangen et al. 1997).

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Kanada-Kugelleuchteralge ist eine circumpolar verbreitete Art kalter, oligotropher Klarwasserseen (Sawa 1973; Langangen and Blindow 1995; Langangen et al. 1996; Langangen 1999; Langangen and Zhakova 2002; Romanov and Kopyrina 2016). Sie wurde bisher in den folgenden Ländern nachgewiesen: Kanada, Alaska, Russland, Finnland, Schweden, Norwegen, Island und Grödland (Langangen 2024).

Aus Österreich wurde *S. canadensis* aus dem Wolfgangsee westlich von Strobl im Bereich der Landesgrenze zwischen Oberösterreich und Salzburg angegeben (Pall et al. 2016). Bei einer gezielten Nachsuche 2023 im Wolfgangsee konnte die Art dort nicht gefunden werden. Herbarbelege liegen nicht vor (Mitt. K. Pall). In den im Wolfgangsee bei Strobl gezogenen eDNA-Proben waren ebenfalls keine Spuren dieser Art zu finden (E-Mail von N. Gyllenstrand, Swedish Museum of Natural History Stockholm). Ein Vorkommen von *S. canadensis* im Wolfgangsee ist daher unwahrscheinlich.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(O) Fraglich; im Wolfgangsee NE von Strobl, am Steilabfall des Bürglsteins, knapp an der Landesgrenze zu Salzburg (2006 u. 2013, Pall et al. 2016).
(S) Fraglich; im Wolfgangsee W von Strobl (2006 u. 2013, Pall et al. 2016).

***Sphaerochara intricata* (Roth) Feist-Castel & N.Grambart / Verworren-Kugelleuchteralge**

Synonym: *Tolypella intricata* (Roth) Leonh.
Verbreitung: W?, N?
Naturräume: PA?
Habitate: Flusssysteme, Kleingewässer?
Gefährdungsursachen: ?
Höhenverbreitung: ?

Morphologie: *Sphaerochara intricata* ist eine kleine bis mittelgroße (bis max. 50 cm), einjährige, monözische Art. Sie wächst bäumchenartig und bildet sehr dichte, unregelmäßig verflochtene Köpfchen mit langen verzweigten sterilen Quirlästen mit Stachelspitze. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist monözisch. *Sphaerochara intricata* keimt im Herbst/Winter und zeigt im zeitigen Frühjahr eine starke Entwicklung. Die Pflanzen sind im Mai bereits optimal entwickelt und fruktifizieren reichlich.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Verworren-Kugelleuchteralge ist bisher nur aus Kleingewässern der Lobau angegeben worden. Beim Artenpaar *Sphaerochara intricata* und *S. prolifera* kommt es immer wieder zu Verwechslungen. Die Gründe dafür sind die große Ähnlichkeit und die wegen ihrer Seltenheit bei vielen Beobachtern fehlende Erfahrung mit ihnen. Standörtlich würde die Verworren-Kugelleuchteralge in die Lobau passen. Da es jedoch keine Belege geben dürfte, ist die Angabe und damit das Vorkommen der Art in Österreich nicht gesichert.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(W) Fraglich; in der Lobau, verlandende Seeschlacht, in einem Kleinstgewässer (1980; Schratt 1988; Schratt-Ehrendorfer 1999; det. E.-L. Kusel-Fetzmann anhand von Frischmaterial); in der Lobau, mehrfach (K. Pall, 2008, 2012, E-Mail).
(N) Fraglich; in der Unteren Lobau, mehrfach (K. Pall, 2008, 2012, E-Mail).

Sphaerochara prolifera (A.Braun) Soulié-Märsche / Sprossend-Kugelleuchteralge

Synonym: *Tolypella prolifera* (A.Braun) Leonh.
Verbreitung: W, N, O†
Naturräume: NV†, PA
Habitate: Flusssysteme, Klein- und Kleinstgewässer
Gefährdung: CR (vom Aussterben bedroht)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Austrocknung, Sukzession

Figure 132. *Sphaerochara prolifera*, aus einem Altwasser der Donauaue nördlich Hilpersdorf, Zwentendorf an der Donau, 30.9.2014, K.-G. Bernhardt, Herbarium der Universität für Bodenkultur Wien (WHB) (Foto: N. Stoeckl).

Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 160 m s. m., höchstes Vorkommen: 250 m s. m.

Morphologie: *Sphaerochara prolifera* ist eine meist große, maximal ca. 70 cm lang werdende, einjährige Pflanze mit bäumchenartigem Wuchs und sehr dichten, unregelmäßig verflochtenen Köpfchen mit langen kräftigen, unverzweigten sterilen Quirlästen. Die Endzellen besitzen eine Stachelspitze. In ephemeren Kleingewässern treten jedoch auch kleinwüchsige Formen auf. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Die Art ist monözisch. Verwechslungsgefahr besteht bei kleinwüchsigen Sommerformen mit *Sphaerochara intricata*.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Sprossend-Baumleuchteralge besiedelt in Österreich vor allem meso- bis eutrophe Gewässer an der Donau bzw. donaunahen Traun. Aufgrund der Seltenheit der Art und des Mangels an historischen Nachweisen ist ein Bestandestrend nicht einzuschätzen. Die Art hat durch die Flussregulierungen Lebensraum verloren.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(W) Selten; In der Unteren Lobau, an mehreren Stellen in sehr kleinen Gewässern (K. Pall, 2014, K. Pall, Fotobeleg). – Verschollen im Brirgauer Wasser bzw. im Skorpionsumpf im Prater (F. Simony, 1860, W; F. Simony in Reichardt 1868: „*Leider ging dieser Fundort durch Austrocknen der Localität in den letzten Jahren verloren*"; Migula 1897).

(N) Selten; In Krebsscheren-Gewässern der Zwentendorfer Donauauen nördlich von Frauendorf bzw. Hilpersdorf (K.-G. Bernhardt, 2013 u. 2014, Herbar Bernhardt u. WHB). – Verschollen im Klosterneuburger Sumpfe (F. Leithe & H. W. Reichardt, 1867, W; F. Leithe in Reichardt 1868: „*sehr häufig; sie kam im heurigen Sommer namentlich an der gegen die Strasse gekehrten Seite des Sumpfes massenhaft und knapp am Ufer vor*".).

(O) Verschollen; In der Traun (s. n., s. d.; LI; die Handschrift wurde K. Schiedermayr zugeordnet; der Beleg stammt daher mit ziemlicher Sicherheit aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts; auf Grund der ökologischen Ansprüche dieser Art wird dieser Fund dem Nördlichen Vorland zugerechnet; Hohla and Gregor 2011a).

Tolypella glomerata (Desv.) Leonh. / Klein-Baumleuchteralge

Verbreitung: B, W, N, K, O, S, T
Naturräume: AL, NV, PA
Habitate: Seen, Teiche, Flusssysteme, Kleingewässer
Gefährdung: LC (ungefährdet)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung, Nährstoffeintrag, intensiver Fischbesatz
Höhenverbreitung: niedrigstes Vorkommen: 110 m s. m., höchstes Vorkommen: 980 m s. m.

Morphologie: *Tolypella glomerata* ist eine kleine (2 bis 50 cm), stark verzweigte, grüne bis graugrüne Pflanze, die oft Kalkinkrustation aufweist und matt (nicht glänzend) ist. In salzhaltigen Gewässern kann sie jedoch auch glänzend sein. Typisch sind die sehr dichten, unregelmäßig verschlungenen Köpfchen (Name!). Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist monözisch. *T. glomerata* keimt Herbst bzw. im zeitigen Frühjahr und kann je nach Witterung den ganzen Winter hindurch wachsen. Im Flachwasser stirbt sie im Sommer meist ab.

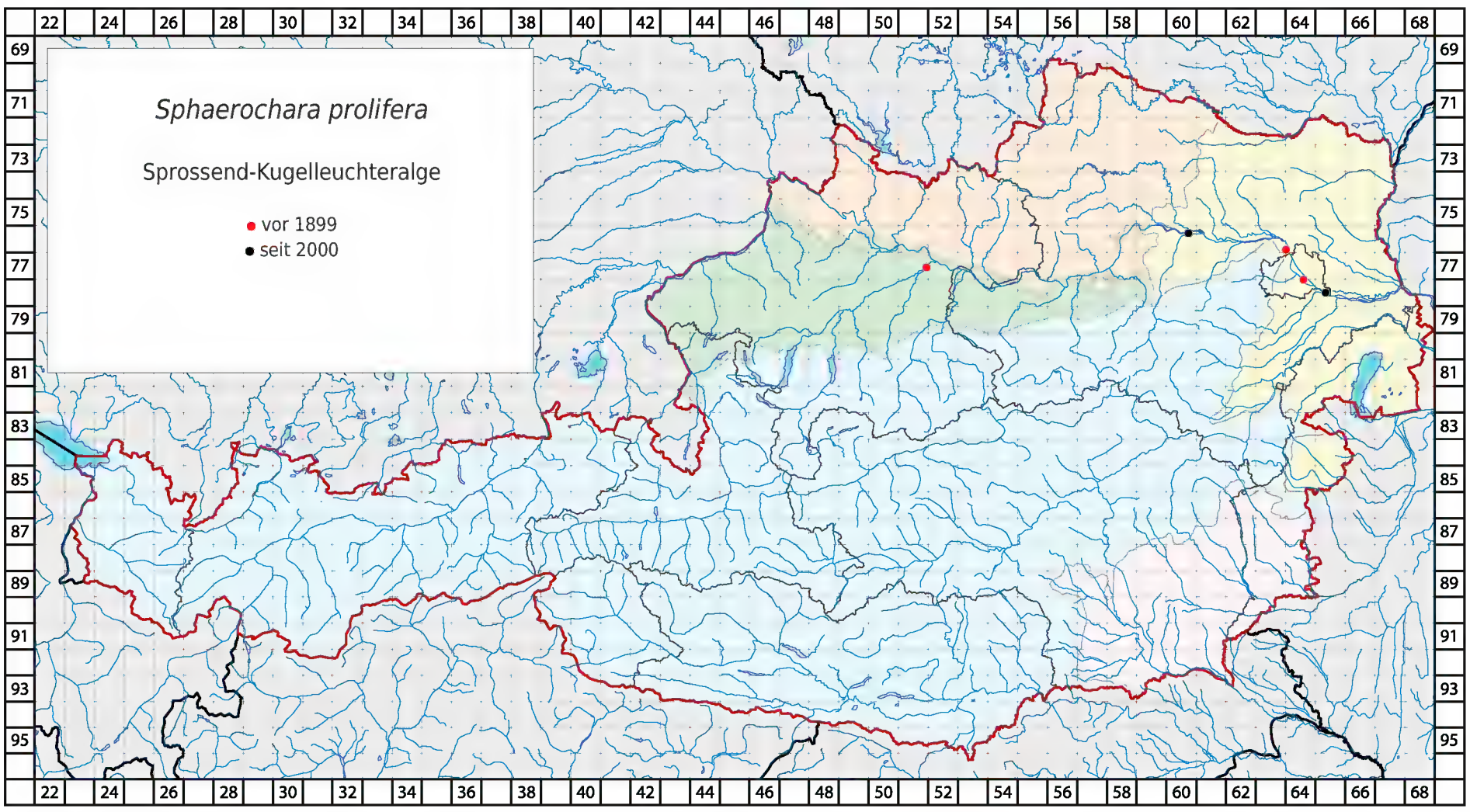


Figure 133. Verbreitung von *Sphaerochara prolifera* in Österreich.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Klein-Baumleuchteralge besiedelt in Österreich vor allem natürliche, oligo- bis mesotrophe Klarwasserseen, sehr selten auch Quellwasserteiche und Zuflüsse von Quellbächen an Flüssen. Trotz der Seltenheit der Art und des Mangels an historischen Nachweisen sieht es eher nach einer Zunahme von *Tolypella glomerata* in Österreich aus.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:

(B) Selten; im Neusiedler See (M. Hofbauer, 2018, WU), in einer Kiesgrube bei Apetlon (W. Krause, 1977, Herbar Krause/Iffeldorf), im Apetloner Badesee (K.-G. Bernhardt, 2023, Herbar Bernhardt).

(W) Sehr selten; Lobau, Königsgraben (Schlögel 1997).

(N) Sehr selten; in der Fischa bei Pottendorf und nahe der Heißmühle (1999; Drofenik 2002).

(K) Sehr selten; vereinzelt im Weißensee (Prochinig, 2024, KL, conf. K. Pall).

(O) Zerstreut; im Salzkammergut im Hallstätter See (O. Stapf [1857–1933], s. d., B, GZU, KL, M, PRC; W. Diewald, 2009, Herbar Diewald; Pall et al. 2020b), im Attersee (Pall et al. 2010a; Blindow et al., 2018; Krautkrämer 2018), im Mondsee (M. Hohla, 2009, LI; Pall and Plachy 2022); sehr selten im Nördlichen Vorland, in einem Teich am Salzachufer (M. Hohla, 2015, LI; Hohla 2022) und in Quellteichen nahe der Salzachmündung an der „Riviera“ in Überackern (H. Korsch et al., 2023, Herbar Korsch; Hohla and Diewald 2024).

(S) Selten; im Fuschlsee und im Wolfgangsee (beide Pall et al. 2016).

(T) Selten; im Achensee (Pall et al. 2011), im Fernsteinsee (V. Krautkrämer, 2018, Herbar Krautkrämer; K. van de Weyer, 2023, Herbar Bernhardt) und im Samaranger See (E. Rott, 2005, IB; Rott et al. 2007; V. Krautkrämer & S. Oldorff, 2018).

Figure 134. *Tolypella glomerata*, aus dem Hallstätter See, 15.7.2023 (Foto: M. Hohla).

Tolypella nidifica (O.F.Müll.) A.Braun / Ostsee-Baumleuchteralge

Verbreitung: B
Naturräume: PA
Habitate: salzbeeinflusste Lebensräume
Gefährdung: G (Gefährdung unbekannten Ausmaßes)
Gefährdungsursachen: Lebensraumvernichtung

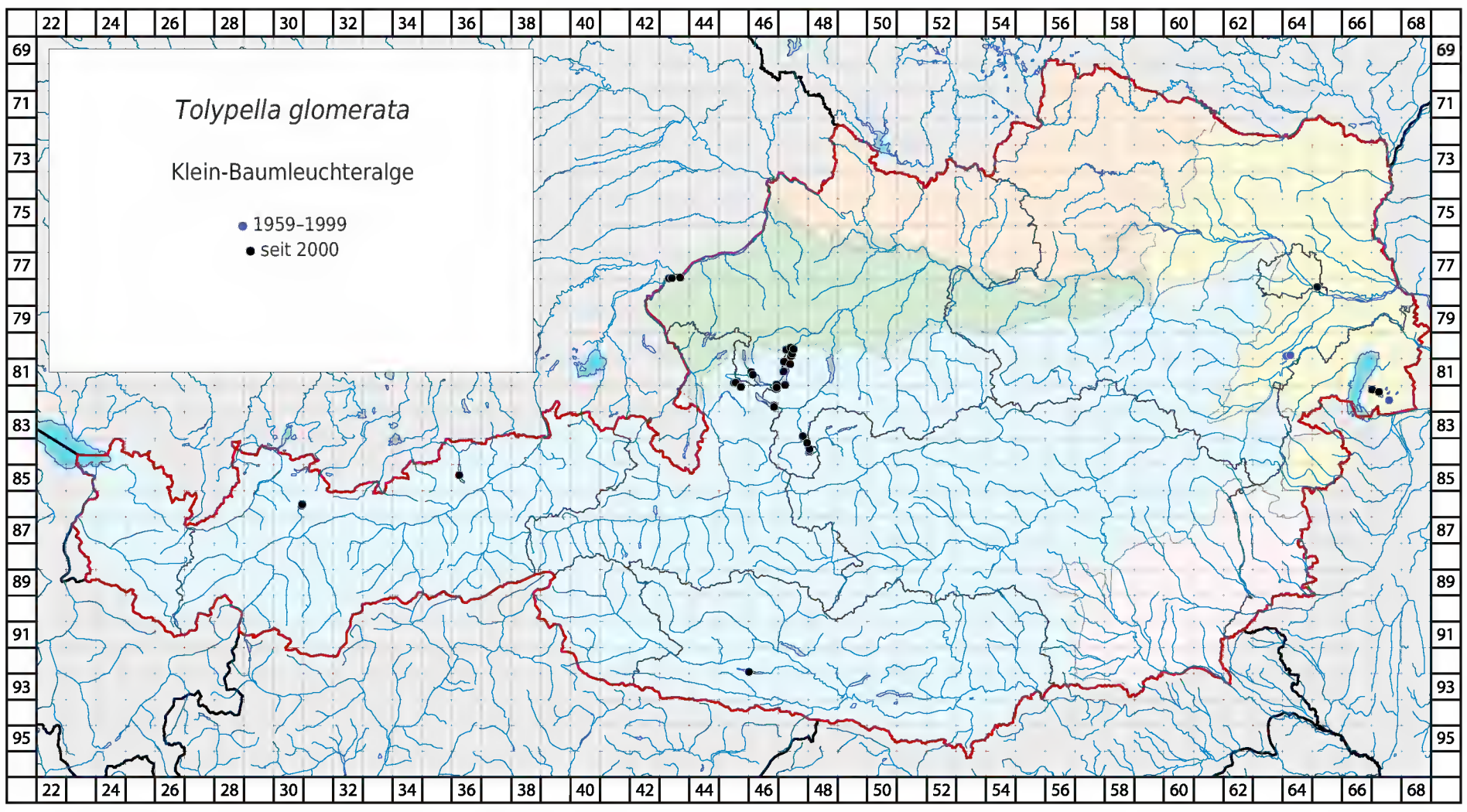


Figure 135. Verbreitung von *Tolypella glomerata* in Österreich.

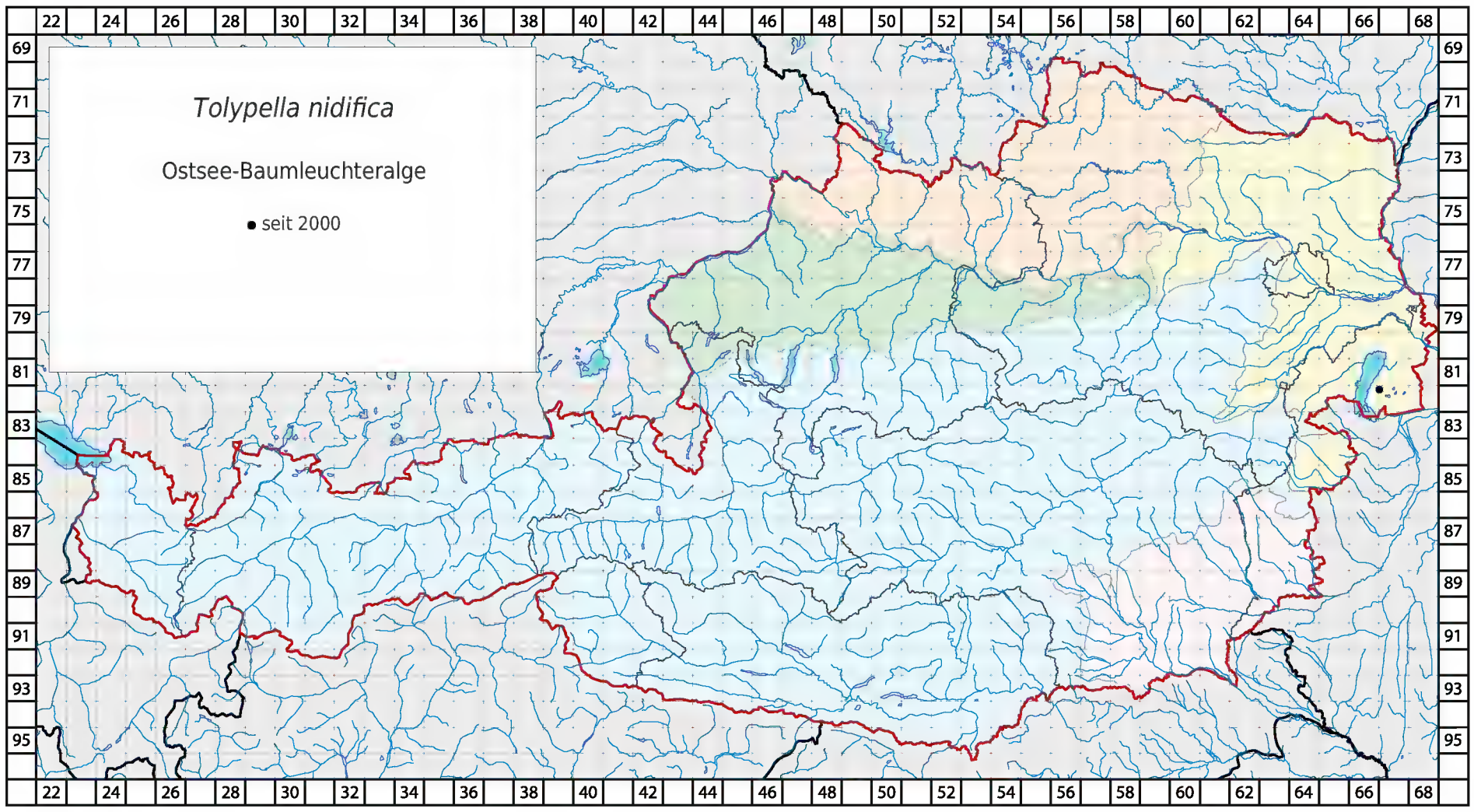


Figure 136. Verbreitung von *Tolypella nidifica* in Österreich.

Höhenverbreitung: Vorkommen: 120 m s. m.

Morphologie: *Tolypella nidifica* bildet kleine (5 bis 20 cm, max. 30 cm), zarte, hell- bis olivgrüne, stark verzweigte Pflanzen ohne Kalkinkrustation. Typisch sind die sehr dichten, unregelmäßig „verflochtenen" Köpfchen aus den fertilen Ästen, wodurch sie büschelig wirkt. Die Endzellen sind ohne Stachelspitze. Es fehlen eine Rinde, Stacheln, Stipularen und Blättchen. Sie ist monözisch. Verwechselungsgefahr besteht vor allem mit *Tolypella glomerata* von der sie durch die Größe und Farbe der reifen Oosporen unterschieden werden kann.

Ökologie und Bestandsentwicklung: Die Ostsee-Baumleuchteralge ist eine Pflanze der Brackwasserzonen an Meeresküsten bzw. der küstennahen Gewässer und wurde in Österreich sensationell im Seewinkel im Burgenland durch molekulargenetische Untersuchungsmethoden nachgewiesen (Holzhausen et al. 2023). Aufgrund der Seltenheit der Art und des Fehlens von historischen Nachweisen ist ein Bestandestrend nicht einzuschätzen.

Verbreitung in den einzelnen Bundesländern:
(B) Sehr selten; im Seewinkel im Apetloner Badesee (2018, H. Korsch et al.; Holzhausen et al. 2023).

4. Dank

Wir danken der Kommission für Interdisziplinäre Ökologische Studien (KIÖS) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, insbesondere Christian Sturmbauer und Viktor Bruckman, für die Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit. Folgenden Damen und Herren danken wir herzlich für deren Unterstützung: Nelida Abarca (Freie Universität Berlin, Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin; Informationen zum Braun-Herbar), Nadia Abdelahad (Dipartimento di Biologia Ambientale, Sapienza University of Rome; Belegrevision und Literatur), Stephan Bahn (Innsbruck; Beleg), Norbert Bauer (Hungarian National History Museum Budapest; Herbarrecherchen), Christian Berg (Universität Graz; Fundmitteilungen), Andreas Berger (Naturhistorisches Museum Wien; Belege), Alfred Bier (München; Fotos), Hubert Blatterer (Land Oberösterreich, Amt der OÖ. Landesregierung, Wasserwirtschaft; Literatur), Irmgard Blindow (Universität Greifswald; Exkursionsbegleitung, Belegdaten und Recherchen), Julien Böhm (Universität Rostock; Exkursionsbegleitung, Funddaten und Recherchen), Evelyn Bösch (ETA Zürich, Hochschularchiv; Recherchen), Matthias Breitfeld (Markneukirchen; Informationen), Alfred Brülisauer (Naturmuseum St. Gallen; Recherchen und Fotos), John Bruinsma (Breugel; Exkursionsbegleitung, Funddaten), Krisztina Buczkó (Hungarian National History Museum Budapest; Herbarrecherchen), Michelle T. und Anthony Casanova (Westmere; Belegfotos); Ana Isabel D. Correia (Herbário LISU, Museu Nacional de História Natural e da Ciência, Lisboa; Recherche), Jiří Danihelka (Herbarium BRNU Department of Botany & Zoology Brno; Herbarrecherchen), Manuel Denner (Hörersdorf; Informationen zum Naturschutzgebietes Glaubersalzböden Zwingendorf sowie Thayapark Laa), Renate Domnanich (Österreichisches Staatsarchiv Wien, Abt. Kriegsarchiv/Militärpersonalevidenzen; Recherchen), Erich Draganits (Universität Wien; Foto), Irene Drozdowski (Biosphärenpark Wienerwald Management GmbH, Tullnerbach; Belege), Thomas Eberl (Salzburg; Belege), Roland K. Eberwein (Abteilung Botanik, Kärntner Botanikzentrum mit

Botanischem Garten, Klagenfurt; Unterstützung bei Revisionsarbeiten, Recherchen und Fotos), Joachim Eichert (Klagenfurt; Recherchen), Daniel Erhart (Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, Innsbruck; Literaturrecherchen), Franz Essl (Universität Wien; Exkursionsbegleitung, Belege), Wilfried Robert Franz (Klagenfurt-Viktring; Belege und Recherchen), Maria Friedl (Amt der Kärntner Landesregierung; Kärntner Seedaten), Monika Gaiswinkler (Kammerhofmuseum Bad Aussee; Recherchen), Christian Gilli (Ravelsbach; Belege), Fritz Gusenleitner (St. Georgen an der Gusen; Literaturrecherchen), Niclas Gyllenstrand (Swedish Museum of Natural History Stockholm; genetische Untersuchungen), Gerald H. Haug (ETA Zürich; Hilfe bei Recherchen), Robert Hehenberger (Paudorf; Belege), Alica Hindáková (Slovak Academy of Sciences Bratislava; Literatur), Peter Hochleitner (Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Referat Wasser, Umwelt und Baukultur; Belege), Sylvain Hodvina (Zwingenberg; Recherchen), Franz Höglinger (Lenzing; Belege), Magda Bábková Hrochová (Regional Museum in Olomouc; Recherchen), Ariane Huber (Burgerbibliothek Bern; Recherchen), Anton Igersheim (Naturhistorisches Museum Wien, Kryptogamensammlung; Unterstützung bei Revisionsarbeiten), Georg Jäggi (Stiftsarchiv Kloster Einsiedeln; Recherchen und Fotos), Roland Kaiser (Salzburg; Belege und Hilfe bei provisorischen Verbreitungskarten), Heli Kammerer (Stattegg; Belege), Ivona Kautmanová (Slovenské národné múzeum; Herbarrecherchen und Belegfotos), Norbert Kilian (Wissenschaftshistorische Sammlung, Botanischer Garten Berlin; Fotos), Gergely Király (Völcsej; Literaturübersetzung aus dem Ungarischen), Gerhard Kleesadl (Biodiversitätszentrum Linz, OÖ Landes-Kultur GmbH; Unterstützung bei Revisionsarbeiten, Belege), Marianne Klemun (Wien; Recherchen), Andreas König (Botanischer Garten Frankfurt; Exkursionsbegleitung), Elisabeth Kopp (Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich, Wien; Recherchen), Egbert Korte (Riedstadt-Erfelden; Exkursionsbegleitung, Funddaten), Kurt Kracher (Groß-Enzersdorf; Lobaufotos), Pater Amand Kraml (Stift Kremsmünster; Auskünfte, Fotos sowie Übersetzungen aus dem Lateinischen), Volker Krautkrämer (Lippstadt; Exkursionsbegleitung, Funddaten), Monika Kriechbaum (Universität für Bodenkultur Wien; Informationen), Wolf-Henning Kusber (Freie Universität Berlin, Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Berlin; Informationen zum Braun-Herbar), Hermann Kusel (Mödling; Informationen und Foto), Cäcilia Lechner-Pagitz (Universität Innsbruck; Lesen von Herbaretiketten), Stefan Lefnaer (Wien; Belege und Fotos, vor allem für die fantastischen Makroaufnahmen), Martin Lepší (University of South Bohemia in České Budějovice, Budweis; Hilfe beim Übersetzen von Literatur), Gerfried Horand Leute (Klagenfurt-Wölfnitz; Etikettenlesen, Belege und Literaturrecherchen; große Verdienste um die Characeen-Botanik in Kärnten), Katharina Ludwig (lanaplan, Nettetal; Exkursionsbegleitung, Funddaten), Albin Lugmair (Alkoven; Belege), Michael Malicky (Biodiversitätszentrum Linz, OÖ Landes-Kultur GmbH; Literaturrecherchen), Martin Mallaun (St. Johann; Belege und Fotos), Sebastian Meis (lanaplan, Nettetal; Exkursionsbegleitung, Belegdaten, Fotos), Arnulf Melzer (Technische Universität München; Informationen und Foto), Attila Mesterházy (Celldömölk; Informationen), Ulrich Meve (Herbarium der Universität Bayreuth; Leermeldung zu österreichischen Characeenbelegen); Sebastian Mitterbauer (Altheim; Recherchen); Andreas v. Mörl (Brixen; Literaturdaten); Karin Moosbrugger (Salzburg; Belege), Patrik Mráz (Herbarium PRC & Department of Botany, Charles University, Prag; Recherchen und Unterstützung bei Revisionsarbeiten), Alexander C. Mrkvicka (Forst- und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien; Belege und Fotos), Georg F. Mrkvicka (Maria Enzersdorf; Belege), Elke Naumer-Bernhardt (Wien; Exkursionsbegleitung, Belege und Funddaten), Anke Oertel (Museum Haus der Natur, Salzburg; Exkursionsbegleitung, Tauchfotos), Silke Oldorff (Stechlin; Exkursionsbegleitung, Funddaten), Clemens Pachschwöll (Universität Wien; Literaturrecherchen), Frank Pätzold (Baden-Baden; Exkursionsbegleitung, Funddaten), Jens Päzolt (Potsdam; Exkursionsbegleitung, Funddaten), Konrad Pagitz (Universität Innsbruck; Belege), Juraj Paule (Kustos, Herbarium, Botanischer Garten Berlin; Informationen über das Braun-Herbar), Georg Pflugbeil (Museum Haus der Natur Salzburg; Belege), Clemens Pichler (BG/BRG Mödling; Literatur), Peter Pilsl (Salzburg; Exkursionsbegleitung, Belege und Datenlisten), Martina Pöltl (Naturkundemuseum und Studienzentrum Joanneum Graz; Herbarrecherchen), Filippo Prosser (Fondazione Museo Civico di Rovereto; Literaturrecherchen), Uwe Raabe (Marl; Funddaten, Fotos, Recherchen, Bestimmungen, Korrekturen), Dieter Reich (Universität Wien; Exkursionsbegleitung, Belege), Bjarne Riesbeck (Plau am See; Funddaten), Roman Romanov (Dobra Voda, Montenegro; Exkursionsbegleitung, Belegrevisionen), Eugen Rott (Innsbruck; Beleg- und Literaturdaten), Markus Sabor (Breitenfurt bei Wien; Belege), Ruth Sander (Wien; Belege), Norbert Sauberer (VINCA; Exkursionsbegleitung, Informationen und Fotos), Annemarie Schacherer (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz Hannover; Exkursionsbegleitung, Funddaten), Scharfetter Astrid (Institut für Biologie, Karl-Franzens-Universität Graz; Herbarrecherchen und Belegfotos), Friedrich Schiemer (Universität Wien, Department für Limnologie; Foto), Martin Schletterer (TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG, Abteilung Wasserkraftplanung; Literatur und Funddaten), Klaus Schmieder (Universität Hohenheim; Fotos), Patric Schnitzer (Staatliche Archive – Überlieferungsbildung, Staatsarchiv St. Gallen; Fotos und Abdruckgenehmigung), Luise Schratt-Ehrendorfer (Universität Wien; Literaturdaten, Funddaten und Informationen über die Lobau), Christian Schröck (IG Moorschutz, Linz; Beratung bei der Rote-Liste-Methodik), Hendrik Schubert (Universität Rostock, Institut für Biowissenschaften; Exkursionsbegleitung, Fotos, Litera-

tur und Funddaten), Werner Michael Schwarz (Wien Museum; Hilfe bei der Bilderrecherche), Réka Sebestyén (Hungarian National Museum Public Collection Centre, Budapest; Foto), Nicolien Sol (Naturalis Biodiversity Center Leiden; Herbardaten und Belegfotos), Elise Speta (Linz; Lesen von Herbaretiketten, Fotos und Literaturrecherchen), Barbara Steger-Mähnert (Universität Wien; Fotos), Josef Alois Stempfer (Waldzell; Exkursionsbegleitung, Fotos), Nora Stoeckl (Institut für Botanik, Universität für Bodenkultur Wien; Herbarrecherchen, Belegfotos und Belegdaten), Birgit Stöhr (Stift Kremsmünster, Forstmeisterin; Genehmigung der Untersuchung des Almsees), Oliver Stöhr (Nussdorf-Debant; Karte der Naturräume, Floristische Kartierung Österreichs), Vojtěch Taraška (Moravian Museum Brno; Herbarrecherchen), Michael Thalinger (Naturwissenschaftliche Sammlung, Tiroler Landesmuseen-Betriebsgesellschaft m.b.H.; Herbarrecherchen), Walter Till (Herbarium Universität Wien; Unterstützung bei Herbararbeiten), Barbara Turner (Universität für Bodenkultur Wien; Belege), Ernst Vitek (Naturhistorisches Museum Wien; Fotos), Danny Weber (Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle Saale; Foto), Werner Weißmair (Neuzeug; Fotos), Ilse Wenzl (Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie AECC Biologie, Wien; Literaturdaten), Thomas Wilhalm (Naturmuseum Südtirol, Bozen; Unterstützung bei Revisionsarbeiten), Helmut Wittmann (Museum Haus der Natur Salzburg; Exkursionsbegleitung, Belege), Susan Wittwer (Radebeul; Exkursionsbegleitung, Funddaten), Claudia Wolkerstorfer (Linz; Belege), Kurt Zernig (Universalmuseum Joanneum Graz; Informationen), Helmut Zwander (Köttmannsdorf; Unterstützung). Zu guter Letzt sei noch allen gedankt, die uns in irgendeiner Form geholfen haben, auch wenn sie von uns nicht namentlich genannt wurden.

5. Literatur & weitere Quellen

Angeführt werden hier Zitate von Quellen, die im Text verwendet wurden und auch jene, die für die Characeen-Österreich-Datenbank (vgl. Kapitel 6) ausgewertet wurden. Bei veränderbaren Internetseiten wurde jeweils auch das Abfragedatum angeführt.

5.1. Literatur

Abdelahad N, Becker R (2024) Chapter 68 *Nitella translucens*. In: Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT (Eds) Charophytes of Europe. Springer, Berlin, 913–929. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6_68

Abdelahad N, Piccoli F (2017) Report on Charophytes from rice fields in northern Italy including the alien species *Chara fibrosa* ssp. *benthamii*. Plant Biosystems – An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology 152(4): 599–603. https://doi.org/10.1080/11263504.2017.1320310

Ableidinger J (2023) Die Problematik der Wasserwirtschaft im Seewinkel mit speziellem Augenmerk auf den St. Andräer Zicksee. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Absolonova M, Beilby MJ, Sommer A, Hoepflinger MC, Foissner I (2018) Surface pH changes suggest a role for H+/OH− channels in salinity response of *Chara australis*. Protoplasma 255: 851–862. https://doi.org/10.1007/s00709-017-1191-z

Agardh CA (1824) Systema Algarum. Literis Berlingianis, Lundae, 312 pp.

Albert R (2010) Lebensraum Seewinkel – salzreiche Landschaft. In: Naturjuwele im Burgenland. Steppen, Salz und Streuobstwiesen. Landesmuseum Burgenland. Amt der Burgenländischen Landesregierung. Abt. 7, Landesmuseum, Eisenstadt, 2–9.

Albert R, Werner V, Popp M (2020) Botanische Kostbarkeiten vor unserer Haustür. Die Salzpflanzen im Gebiet des Neusiedler Sees, Burgenland (Österreich). Acta ZooBot Austria 157: 115–143. http://biologische-station.bgld.gv.at/wp-content/uploads/2022/01/Albertetal-Halophyten-Arbeit-ActaZooBot-2020.pdf

AlgaeBase (2025) AlgaeBase. Listing the World's Algae. https://www.algaebase.org/ [Abfrage: 1.3.2025]

Anonymus (1864) Sitzungsberichte. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 18: 1–100.

Anonymus (1868) Sitzungsberichte. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 14: 1–82.

Anonymus (1873) Gallerie österreichischer Botaniker XVII. Jacob Juratzka. Österreichische Botanische Zeitschrift XXIII(1): 1–4. https://doi.org/10.1007/BF01615023

Anonymus (1881) Gallerie österreichischer Botaniker XXV. Ignaz Sigismund Poetsch. Österreichische Botanische Zeitschrift XXXI(1): 1–4. https://doi.org/10.1007/BF01631834

Anonymus (1957) Grunow, Albert (1826–1914), Chemiker und Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 2 (Lfg. 6, 1957): 94. https:/doi.org/10.1553/0x00281958

Anonymus (1958a) Hausmann, Franz Frh. von (1810–1878), Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 2 (Lfg. 8, 1958): 222. https:/doi.org/10.1553/0x00281cc2

Anonymus (1958b) Heimerl, Anton (1857–1942), Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 2 (Lfg. 8, 1958): 245. https:/doi.org/10.1553/0x00281d14

Anonymus (1959a) Höhnel, Franz von (1852–1920), Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 2 (Lfg. 9, 1959): 357f. https:/doi.org/10.1553/0x00281eb8

Anonymus (1959b) Host, Nicolaus Thomas (1761–1834), Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 2 (Lfg. 10, 1959): 433f. https:/doi.org/10.1553/0x00281b13

Anonymus (2024) Furtner Teich. FFH-Gebiet in einem Vogelschutzgebiet. Steirische Landesvogelschutzwarte. NATURA 2000 info-büro. Wasserpflanzen. https://www.natur-land.at/pflanzen_wasser.html

Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands (2016) Armleuchteralgen. Die Characeen Deutschlands. Springer Spektrum, Heidelberg, 618 pp.

Ascherson P (1885) Ludwig Freiherr von Hohenbühel-Heufler. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 3: 14–16. https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1885.tb05376.x

Ascherson P (1893) Karl Sanio. Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg 34: 41: XLI–XLIX.

Auderset Joye D, Rey-Boissezon A (2015) Will charophyte species increase or decrease their distibution in a changing climate? Aquatic botany 120: 73–83. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.003

Auderset Joye D, Schwarzer A (2012) Rote Liste Armleuchteralgen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique der Universität Genf. Umwelt-Vollzug Nr. 1213, 72 pp.

Baart I (2012) Historische und potentielle Entwicklung der Makrophyten in der Lobau auf Basis hydrologischer und morphologischer Bedingungen. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien.

Baart I (2016) Die Makrophyten in den Gewässern des Wiener Teils des Nationalparks Donau-Auen. Nationalpark Donauauen. Wissenschaftliche Reihe 47, 165 pp. https://www.zobodat.at/pdf/NP-Donauauen-WissR_47_0001-0165.pdf

Barta T, Raabe U, Sauberer N (2015) (158) *Potamogeton nodosus*. In: Niklfeld H (Red.) Floristische Neufunde (124–169). Neilreichia 7: 163–164.

Bauer A, Bernhardt K-G, Stoeckl N (2017) Kartierung und Bewertung des Quelllaufs Siebenbründl in Pottenbrunn (Stadt St. Pölten). Wissenschaftliche Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseums 27: 135–168.

Bauer F, Harlacher R, Huber M, Schranz C, Stelzer D (2014) Submerse Makrophyten des Bodensees – Kartierung in den Jahren 2006–2010. Berichte der Internationalen Gewässerschutzkommission Bodensee (IGKB) 58, 153 pp.

Bauhin (1623) Pinax theatri botanici: sive index in Theophrasti Dioscoridis Plinii et botanicorum, … Ludovici Regis, Basileae, 522 pp.

Baumann E (1911) Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 1: 1–554.

Bayer JN (1869) Praterflora. Beschreibung der im k. k. Prater und in der Brigittenau ausserhalb der Gärten wildwachsenden und angebauten Pflanzen. Wilhelm Braumüller, Wien, 404 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.9928

Bazzichelli G, Abdelahad N (2009) Alghe d'acqua dolce d'Italia. Flora analitica delle Caroficee. Università degli Studi di Roma La Sapienza, Ministero dell'Ambiente e della Tutela delTerritorio e del Mare, Roma, 73 pp.

Beck G (1885) Heinrich Wilhelm Reichardt. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 3: 17–19. https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1885.tb05377.x

Beck G (1890–1893) Flora von Niederösterreich, I, II.1, II.2 (I: Allgemeiner Teil: I bis X und 1-72, Beschreibender Teil: 1–432; II-1: 431–894; II-2: 895–1396). C. Gerold´s Sohn, Wien.

Becker R (2016) Kapitel 10. Gefährdung und Schutz von Characeen. In: Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands: Armleuchteralgen. Die Characeen Deutschlands. Springer Spektrum, Heidelberg, 149–191. https://doi.org/10.1007/978-3-662-47797-7_10

Beilby MJ (2016) Multi-scale characean experimental system: From electrophysiology of membrane transporters to cell-to-cell connectivity, cytoplasmic streaming and auxin metabolism. Frontiers in Plant Science 7: 1052. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01052

Beilby MJ, Bisson MA (2012) pH Banding in Charophyte Algae. In: Volkov AG (ed.) Plant Electrophysiology: Methods and Cell Electrophysiology. Springer, Berlin, Heidelberg, 247–271. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29119-7_11

Beilby MJ, Casanova MT (2014a) The Characean Plant. In: The Physiology of Characean Cells. Springer, Berlin, Heidelberg, 1–42. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40288-3_1

Beilby MJ, Casanova MT (2014b) Electrophysiology of the Detached Cell Under Stress. In: The Physiology of Characean Cells. Springer, Berlin, Heidelberg, 115–164. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40288-3_3

Beilby MJ, Casanova MT (2014c) The Physiology of Characean Cells. Springer, Berlin, Heidelberg, 230 pp. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40288-3

Beilby MJ, Bisson MA, Schneider SC (2022) How Characean algae take up needed and excrete unwanted ions – An overview explaining how insights from electrophysiology are useful to understand the ecology of aquatic macrophytes. Aquatic Botany 181: 103542. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2022.103542

Beiwl C, Mühlmann H (2008) Atlas der natürlichen Seen Österreichs mit einer Fläche ≥ 50 ha. Morphometrie – Typisierung – Trophie. Stand 2005, Institut für Wassergüte. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Band 29. Wien, 160 pp. https://info.bml.gv.at/dam/jcr:00069352-0320-4544-b6a4-320325dcfd86/Seenatlas_2005.pdf

Benz R (1922) Vorarbeiten zu einer pflanzengeographischen Karte Österreichs. XI. Die Vegetationsverhältnisse der Lavanttaler Alpen. Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien XIV: 1–210.

Berger J (1998) Die Charophyten aus dem Karpat des Korneuburger Beckens. Beiträge zur Paläontologie 23: 71–77.

Berger J, Schagerl M (2003) Allelopathic activity of *Chara aspera*. Hydrobiologia501:109–115.https://doi.org/10.1023/A:1026263504260

Berger J, Schagerl M (2004) Allelopathic activity of Characeae. Biologia 59/1: 9–15.

Bernhardt K-G (1996) Die Pflanzengesellschaften des Fürstentums Liechtenstein III. Halbtrockenrasen. Berichte der Botanisch-Zoologischen Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg 23: 225–237.

Bernhardt K-G, Gregor T, Wernisch MM (2017) Ausbreitung von *Typha laxmannii* entlang der neu ausgebauten Westbahnstrecke im Tullnerfeld (Niederösterreich). Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum 27: 231–242.

Beyer OW (1903) Deutsche Schulwelt des neunzehnten Jahrhunderts in Wort und Bild. Pichler, Wien, 392 pp.

Biggs J, Williams P, Whitfield P, Nicolet P, Weatherby A (2005) 15 years of pond assessment in Britain: results and lessons learned from the work of Pond Conservation. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 15: 693–714. https://doi.org/10.1002/aqc.745

Bjøro T (2025) Nekrolog: Anders Langangen hadde en glødende interesse for historie. Aftenposten v. 28.5.2025. https://www.aftenposten.no/nekrolog/i/zA2375/nekrolog-anders-langangen-19422025 [Abfrage: 6.7.2025]

Blaženčič J, Stevanović B, Blaženčič Ž, Stevanović V (2006a) Distribution and ecology of charophytes recorded in the West and Central Balkans. Cryptogamie, Algologie 27(4): 311–322.

Blaženčič J, Stevanović B, Blaženčič Ž, Stevanović V (2006b) Red Data List of Charophytes in the Balkans. Biodiversity and Conservation 15: 3445–3457. https://doi.org/10.1007/s10531-005-2008-5

Blanchet CC, Arzel C, Davranche A, Kahilainen KK, Secondi J, Taipale S, Lindberg H, Loehr J, Manninen-Johansen S, Sundell J, Maanan

M, Nummi P (2022) Ecology and extent of freshwater browning - What we know and what should be studied next in the context of global change. Science of The Total Environment 812: 152420. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152420

Blindow I (1992) Decline of charophytes during eutrophication: comparison with angiosperms. Freshwater Biology 28: 9–14. https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1992.tb00557.x

Blindow I, van de Weyer K (2016) Ökologie der Characeen. In: Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands: Armleuchteralgen. Die Characeen Deutschlands. Springer Spektrum, Heidelberg, 79–95. https://doi.org/10.1007/978-3-662-47797-7_7

Blindow I, Casanova MT, van de Weyer K (2024a) Chapter 15 Introduction to the *Hartmania* Group (*Chara* Subsection *Hartmania*). In: Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT (Eds) Charophytes of Europe. Springer, Berlin, 265–270. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6_15

Blindow I, Romanov R, Schubert H, Stewart N, van de Weyer K (2024b) Chapter 44 *Chara papillosa*. In: Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT (Eds) Charophytes of Europe. Springer, Berlin, 601–612. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6_44

Boegle M, Schneider S, Mannschreck B, Melzer A (2007) Differentiation of *Chara intermedia* and *C. baltica* compared to *C. hispida* based on morphology and amplified fragment length polymorphism. Hydrobiologia 586: 155–166. https://doi.org/10.1007/s10750-006-0571-8

Bolender E, Raabe U (2022) Ein Fund der Dünnstacheligen Armleuchteralge (*Chara tenuispina*) im Allgäu. Oberschwaben Naturnah Heft 2022: 38–40.

Borbás V (1887) Vasvármegye növényföldrajza és flórája. Geographia atque enumeratio plantarum comitatus Castriferrei in Hungaria. Vasmegyei Gazdasági Egyesület, Szombathely, 391 pp.

Brand H, Gröger N (2019) *Chara intermedia*. Die reinigende Kraft der Armleuchteralge – Eine homöopathische Studie mit Fallbeispielen, 5. Auflage. Narayana, Kandern, 224 pp.

Braun ACH (1834) Esquisse monographique du genre *Chara*. Annales des Sciences Naturelles, Série 2 Botanique 1: 349–357.

Braun ACH (1835) Übersicht über die genauer bekannten *Chara*-Arten. Flora, Allgemeine Botanische Zeitschrift 18: 49–73.

Braun ACH (1847a) *Chara kokeilii*, eine neue deutsche Art. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung 30: 17–29.

Braun ACH (1847b) Übersicht der Schweizerischen Characeen. Ein Beitrag zur Flora der Schweiz. Neue Denkschriften der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften 10(3): 1–23. https://doi.org/10.5962/bhl.title.6661

Braun ACH (1857) Über Parthenogenesis bei Pflanzen. Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1856: 311–376.

Braun ACH (1867a) Die Characeen Afrikas. Monatsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin: 782–800 u. 873–944.

Braun ACH (1867b) Conspectus systematicus Characearum europaearum. Dresden, 8 pp.

Braun ACH, Nordstedt CFO (1882) Fragmente einer Monographie der Characeen. Nach den hinterlassenen Manuscripten A. Braun´s. Aus den Abhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Verlag der königlichen Akademie der Wissenschaften, Berlin, 211 pp.

Braun ACH, Rabenhorst L, Stizenberger E (1857–1878) Die Characeen Europas 1–5. Dresden [Fasc. I: 1–25 (1857); II: 26–50 (1859); III: 51–75 (1867); IV: 76–100 (1870); V: 101–121 (1878)].

Braun M, Foissner I, Lühring H, Schubert H, Thiel G (2007) Characean Algae: Still a valid model system to examine fundamental principles in plants. Progress in Botany 68: 193–220. https://doi.org/10.1007/978-3-540-36832-8_9

Braun M, Limbach C (2006) Rhizoids and protonemata of characean algae: model cells for research on polarized growth and plant gravity sensing. Protoplasma 229: 133–142. https://doi.org/10.1007/s00709-006-0208-9

Brébisson A de (1849) Flore de la Normandie, Phanérogames et cryptogames semi-vasculaires, ed. 2. A. Hardel, Caen & Derache, Paris, 356 pp.

Breitfeld M, Hertel E, Meve U (2015) Ein floristisch wertvolles Herbarium von Heinrich Christian Funck in Bayreuth. Hoppea – Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft 76: 117–126.

Brozowski M, Pełechaty M, Bogawski P (2022) A winner or a loser in climate change? Modelling the past, current, and future potential distributions of a rare charophyte species. Global Ecology and Conservation 34: e02038. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02038

Bruhin PTA (1868) Die Characeen Vorarlbergs. Rechenschaftsbericht des Vorarlberger Museumsvereins Bregenz 10: 23.

Brunner E, Fried A, Holzer-Sacher C, Legnini S, Weinländer M (2022) Haiminger Forchet und NSG Tschirgant Bergsturz. Revital Integrative Naturraumplanung GmbH, Nußdorf-Deband, 53 pp. https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/naturschutz/downloads/Erhebung_Haiminger_Forchet/20230111_Haiminger_Forchet.pdf

Bruzelius A (1824) Observationes in genus *Charae*, quae venia ampliss. Berlingiana, Londoni Gothorum, 24 pp.

Bulnheim O (1859) Ueber Einsammlung und Behandlung der Characeen. Österreichische Botanische Zeitschrift 9: 345–349. https://doi.org/10.1007/BF01962437

Bulychev AA (2020) Transient depletion of transported metabolites in the streaming cytoplasm of *Chara* upon shading the long-distance transmission pathway. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics 1861: 148257. https://doi.org/10.1016/j.bbabio.2020.148257

Caisová L, Gąbka M (2009) Charophytes (Characeae, Charophyta) in the Czech Republic: taxonomy, autecology and distribution. Fottea 9(1): 1–43. https://doi.org/10.5507/fot.2009.001

Candegabe P, Bodin C (2001) Matériaux pour une histoire de la botanique en Berry: les botanistes, leurs publications et leurs herbiers. I. Des origines à 1905. Symbioses 5: 41–72.

Candolle AP de (1815) Description succincte des plantes qui croisent naturellement en France. In: de Lamarck JBAP, de Candolle AP (Eds) Flore Française ou description succincte de toutes les plantes qui croissent naturellement en France 5 & 6, ed. 3. Desray, Paris, 662 pp.

Charpin A, Aymonin GG (2003) Bibliographie sélective des Flores de France. III. Notices biographiques sur les auteurs cités: D–J. Bulletin de la Société botanique de France 21: 49–98. https://doi.org/10.3406/jobot.2003.1955

Choudhury MI, Urrutia-Cordero P, Zhang H, Ekvall MK, Medeiros LR, Hansson L-A (2019) Charophytes collapse beyond a critical warming and brownification threshold in shallow lake systems. Science of The Total Environment 661: 148–154. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.177

Colli G, Montinari M [Hrsg.] (1988) Nachgelassene Fragmente 1882–1884, Kritische Studienausgabe, Band 10. dtv/de Gruyter, München, München, 666 pp.

Conkin JE, Conkin BM (1992) Late Silurian (Ludlovian) Charophyte *Moellerina laufeldi* n. sp., from the Karma beds of the Isle of Gotland, Sweden. University of Louisville Notes in Paleontology and Stratigraphy J: 15.

Corillion R (1957) Les Charophycées de France et d´Europe Occidentale. Imprimerie Bretonne, Rennes, 499 pp.

Corti B (1774) Osservazioni microscopiche sulla tramella e sulla circulazione del fluido in una pianta aquajuola, Lucca, 207 pp.

Custer HL (s. d.) Die Schultagebücher von Jakob Gottlieb Custer. Ein Kulturbild aus der Zeit um 1800. Erschienen im Rheintaler Almanach: 107–119. Staatsarchiv St. Gallen W 076/1.20.1.2.

Custer JG (1821) Phanerogamische Gewächse des Rheinthals und der dasselbe begränzenden Gebirge, beobachtet in den Jahren 1816, 1818 und 1819. Neue Alpina I: 72–152.

Custer JG (1827) Zusätze und Berichtigungen zu dem Verzeichnisse der phänerogamischen Gewächse des Rheinthals und der dasselbe begränzenden Gebirge. Neue Alpina II: 381–436.

Czeike F (1993) Historisches Lexikon Wien. Band 2, De – Gy. Verlag Kremayr & Scheriau, Wien, 652 pp.

Dalla Torre KW, Sarnthein L (1900) Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein. I. Band: Die Litteratur der Flora von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein mit einer Karte. Verlag der Wagner´schen Universitäts-Buchhandlung, Innsbruck, 414 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.9647

Dalla Torre KW, Sarnthein L (1901) Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein. II. Band: Die Algen von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. Verlag der Wagner´schen Universitäts-Buchhandlung, Innsbruck, 210 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.9647

Dalla Torre KW, Sarnthein L (1913) Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein. VI. Band: Die Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Siphonogama) von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. Verlag der Wagner´schen Universitäts-Buchhandlung, Innsbruck, 495 pp.

Dalla Torre KW, Sarnthein L (1900–1913) Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein. 6 Bände. Verlag der Wagner´schen Universitäts-Buchhandlung, Innsbruck. https://doi.org/10.5962/bhl.title.9647

Danielopol DL, Schiemer F (2006) In Memoriam Heinz Löffler (1927–2006). Crustaceana 80(8): 1013–1018. https://doi.org/10.1163/156854007781681247

Dartnell L (2018) Origins. How the Earth made us. The Bodley Head, London, 346 pp.

Delastre CJL (1842) Flora analytique et descriptive du département de la Vienne, avec planches et vocabulaire. Chez Meilhac, Paris, 546 pp.

Denk T (2003) Biotopkartierung St. Pölten. Lanius – Forschungsgemeinschaft für regionale Faunistik und angewandten Naturschutz, Krems, 164 pp.

Denk T, Seehofer H, Berg H-M, Braun M, Hochebner T, Jäch MA (2005) Biotoperhebung Garninsonsübungsplatz (GÜPl) Völtendorf bei St. Pölten, NÖ. Vegetationskundliche und faunistische Kartierung 2000–2001. Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum 17: 183–264.

Denner M (2023) Naturschutzmanagement im Europaschutzgebiet „Weinviertler Klippenzone" 2021 – 2023. Endbericht. Land NÖ, Amt der NÖ Landesregierung, St. Pölten, 119 pp. https://www.zobodat.at/pdf/Schutz-Weinviertel-Proj_2023-016_0001-0119.pdf

Desvaux NA (1809) Essai sur la géographie botanique du Haut-Poitou (Département de la Vienne). Journal de Botanique 2: 290–318.

de Winton MD, Casanova MT, Clayton JS (2004) Charophyte germination and establishment under low irradiance. Aquatic Botany 79: 175–187. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2004.01.013

Dick G, Dvorak M, Grüll A, Kohler B, Rauer G (1994) Vogelparadies mit Zukunft? Gebiet Neusiedler See – Seewinkel. Umweltbundesamt, Wien, 356 pp.

Dienst M, Strang I, Schmieder K (2012) Die Wasserpflanzen des Bodensee-Untersees im Wandel der letzten 100 Jahre. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft 66, 43 pp.

Diewald W, Oertel A (2015) Tauchuntersuchung Egelsee bei Unterach am Attersee. Amt der Oö. Landesregierung, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung. Abteilung Naturschutz. Naturraumkartierung OÖ, Kirchdorf an der Krems, 5 pp. https://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/naturschutz_db/Tauchuntersuchung_Egelsee_2015.pdf

Diewald W, Schleier V (2012) Biotopkartierung Gemeinde Obertraun. Endbericht. Amt der Oö. Landesregierung. Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung. Abteilung Naturschutz, Kirchdorf an der Krems, 152 pp.

Diewald W, Friedl H, Oertel A, Schleier V (2015) Naturraumkartierung Oberösterreich. Makrophytenkartierung Irrsee. Endbericht. Projektleitung: Dorninger G. Amt der OÖ. Landesregierung. Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung. Abteilung Naturschutz. Naturraumkartierung OÖ, Kirchdorf an der Krems, 44 pp. https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/Formulare/Dokumente%20UWD%20Abt_WW/Makrophyten_Irrsee_2013.pdf

Diewald W, Eberl T, Friedl H, Kaiser R, Schleier V (2013) Biotopkartierung Irrseemoore und Irrseeufer. Endbericht. Amt der Oö. Landesregierung. Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung. Abteilung Naturschutz, Kirchdorf an der Krems, 85 pp. https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0816_0001-0086.pdf

Diewald W, Friedl H, Lang A, Märkl G, Merschel M, Rothe H, Schleier V, Schneidergruber M, Sichler M, Wanker B (2008) Naturraumkartierung Oberösterreich. Biotopkartierung Gemeinde St. Pankraz. Endbericht. Amt der Oö. Landesregierung. Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung. Abteilung Naturschutz, Naturraumkartierung OÖ, Kirchdorf an der Krems. https://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/naturschutz_db/naturraumkartierung/biotopkartierung/BK_St_Pankraz_Bericht.pdf

Digitalarkivet (2024) Anders Vidar Langangen. https://www.digitalarkivet.no/content/1318/anders-vidar-langangen [Abfrage: 11.2.2025]

Doege A, van de Weyer K, Becker R, Schubert H (2016) Bioindikation mit Characeen. In: Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands: Armleuchteralgen. Die Characeen Deutschlands. Springer Spektrum, Heidelberg, 97–137. https://doi.org/10.1007/978-3-662-47797-7_8

Döring R, Dressler S (2017) Index Collectorum Herbarii Senckenbergiani (FR). https://www.senckenberg.de/wp-content/uploads/2019/09/sammler.pdf [Abfrage: 8.10.2024]

Dokulil M (2001) Stehende Gewässer und ihre Einzugsgebiete. In: Dokulil M, Hamm A, Kohl J-G (Hg., 2001) Ökologie und Schutz von Seen. Facultas Universitätsverlag, 19–33.

Dokulil M (2017) Alpenrandseen im Anthropocän: Verschlechterung und Sanierung – eine österreichische Erfolgsgeschichte. Acta Zoo-Bot Austria 154: 1–53.

Dokulil MT (2020) Hochgebirgs- und Flachlandseen im Anthropozän: Österreichische Langzeitperspektive (IBP bis LTER). Acta ZooBot Austria 157: 159–211.

Dokulil MT, Janauer G, Teubner K (2020) Danube News November 2020 Nr. 42(22): 14–15.

Dokulil MT, Donabaum K, Pall K, Janauer GA, Teubner K (2018) Eutrophication, Management and Sustainable Development of Urban Lakes: General Considerations and Specific Solutions for Alte Donau – A Synthesis. In: Dokulil M, Donabaum K, Teubner K (Eds) The Alte Donau: Successful Restoration and Sustainable Management. Aquatic Ecology Series Vol 10, Springer, Cham, 373–385. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93270-5_20

Dokulil MT, Jagsch A, George GD, Anneville A, Jankowski T, Wahl B, Lenhart B, Blenckner T, Teubner K (2006) Twenty years of spatially coherent deep-water warming in lakes across Europe related to the North Atlantic Oscillation. Limnology and Oceanography 51: 2787–2793. https://doi.org/10.4319/lo.2006.51.6.2787

Domin K (1933) Univ. profesor Dr. Jan Vilhelm. Preslia XII: 3–25.

Domozych DS, Bagdan K (2022) The cell biology of charophytes: Exploring the past and models for the future. Plant Physiology 190: 1588–1608. https://doi.org/10.1093/plphys/kiac390

Donabaum K, Dokulil M (2001) Sanierung und Restaurierung eines Flachsees – die Alte Donau im Stadtbereich von Wien (Österreich). In: Dokulil M, Hamm A, Kohl J-G (Hg.) Ökologie und Schutz von Seen. Facultas Universitätsverlag, Wien, 415–433.

Donabaum K, Pall K, Teubner K, Dokulil M (2004) Alternative stable states, resilience and hysteresis during recovery from eutrophication – a case study. SIL News 43: 1–4. https://www.lakeriver.at/P/2004_Recovery%20from%20Eutrophication-Old%20Danube-DonabaumPallTeubnerDokulil.pdf

Donoghue PCJ, Clark JW (2024) Plant evolution: Streptophyte multicellularity, ecology, the acclimatisation of plants to life on land. Current Biology 34: R86–R89. https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.12.036

Drofenik V (2002) Fließgewässer Fischa und Führbach (Niederösterreich). Diplomarbeit, Universität Wien.

Drozdowski I, Mrkvicka AC, Mrkvicka GF (2015) Die Wasserpflanzenflora stehender Gewässer des steirischen Salzkammergutes (Österreich) sowie Anmerkungen zum Vorkommen von Großmuscheln, Krebsen und Amphibien. Biodiversität und Naturschutz in Ostösterreich 1/2: 233–251. http://www.bcbea.at/wp-content/uploads/2015/12/BCBEA_1-2_233-251_Drozdowski_et_al_20151221.pdf

Dvorak M, Kirschner A, Korner I, Krachler R, Milasowszky N, Rabitsch W, Werba F, Zulka KP [(Krachler R, Red.)] (2012) Die Salzlacken des Seewinkels. Erhebung des ökologischen Zustandes sowie Entwicklung individueller Erhaltungskonzepte für die Salzlacken des Seewinkels (2008–2011). Naturschutzbund Burgenland, Eisenstadt, 291 pp.

Ebhart A (2017) Das Haslauer Moor im Waldviertel. Vegetationsökologische Bestandserhebung und Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Eder E, Schernhammer T, Zuna-Kratky T, Nüsken U (2014) Temporäre Gewässer und ihre naturschutzfachliche Bedeutung. Denisia 33, zugleich Kataloge des oberösterreichischen Landesmuseums, Neue Serie 163: 251–264.

Edlinger B, Hegger D (1984) Die Moorvegetation des Hechtenseegebietes bei Mariazell (Steiermark). Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 122: 43–66.

Egger G, Kraus L, Weber N (2018) Endbericht Monitoring Vegetation 2018 und Beweissicherung des Projekterfolges gemäß LIFE+ Lebensraum im Mündungsabschnitt des Flusses Traisen (LIEFE07 NAT/A/000012). Endbericht des Monitorings der Vegetation inklusive Totholz in allen Bauabschnitten im Jahr 2018 sowie Beweissicherung in Hinblick auf Ursachenanalyse, Projekterfolg gemäß LIFE+ Antrag und Anpassungsmaßnahmen für die Vegetation inklusive Totholz. Naturraumplanung Egger, Klagenfurt, 203 pp.

Eichinger J (2020) Vegetation neuangelegter Gewässer entlang der Neubaustrecke der Bahn: Atzbrugg bis Freundorf (Tullnerfeld). Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Englmaier P (1985) Die aquatische Vegetation des Lunzer Obersees. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft Österreich 123: 71–74.

Essl F, Egger G, Staudinger M, Muhar S, Poppe M, Rippel-Katzmaier I, Unterlechner M, Michor K (2008) Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs. Binnengewässer, Gewässer- und Ufervegetation. Technische Biotoptypen und Siedlungsbiotoptypen. Publikationen des Umweltbundesamtes, Wien, REP-0134, 316 pp.

Fank J, Rock G, Partl P, Weisse T, Figl M, Luger M, Pall K, Scheffel U, Siegl W, Wanzenböck J (2004) Erfassung des gegenwärtigen Zustandes und Prognose zukünftiger Entwicklungen der Baggerseen im westlichen Leibnitzer Feld aus hydrologischer, limnologischer und fischereibiologischer Sicht unter Berücksichtigung möglicher nachhaltiger aber auch ökonomischer Nachnutzungsformen. Institut für WasserRessourcenManagement Hydrogeologie – Geophysik. Institut für Limnologie. Freiland Consulting. 237 pp. https://www.wasserwirtschaft.steiermark.at/cms/dokumente/11910977_102332494/12b6c6ba/Tillmitscher%20Teiche%20JR%20et%20al%202004.pdf

Favarger L, Rechinger K (1905) Vorarbeiten zu einer pflanzengeographischen Karte Österreichs. III. Die Vegetationsverhältnisse von Aussee in Obersteiermark. Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 3(2), 35 pp.

Feist-Castel M, Grambart N (1991) The Genus Concept in Charophyta: Evidence from Palaeozoic to Recent. In: Riding R (Ed.) Calcareous Algae and Stromatolites. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-52335-9_11

Feist M, Liu J, Tafforeau P (2005) New insights into Paleozoic Charophyte morphology and phylogeny. American Journal of Botany 92(7): 1152–1160. https://doi.org/10.3732/ajb.92.7.1152

Fetzmann EL (1957) Rotierende Eigenbewegung der Zellkerne von *Chara foetida*. Österreichische Akademie der Wissenschaften 14: 1–3. https://doi.org/10.1007/BF01249847

Fetzmann EL (1958) Über rotierende Eigenbewegung der Zellkerne und Plastiden bei *Chara foetida*. Protoplasma 49: 549–556. https://doi.org/10.1007/BF01249847

Fetzmann EL (1963) Studien zur Algenvegetation der Donau Auen. Archiv für Hydrobiologie, Supplement Donauforschung 27: 183–225. https://doi.org/10.1127/agdonauforschung/1/1963/183

Feuerstein P (1933) Geschichte des Viller Moores und des Seerosenweihers an den Lanserköpfen bei Innsbruck. Beihefte zum botanischen Centralblatt 51(II): 476–526.

Filarszky N (1893) Die Characeen (Characeae L.CL. Richard) mit besonderer Rücksicht auf die in Ungarn beobachteten Arten. Kiadja A K. M. Természettudományi Rársulat, Budapest, 129 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.63790

Filarszky N (1924) Die Verbreitung der *Chara crinita* (Wallr.) beiderlei Geschlechts in Ungarn. Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn 33: 105–132.

Filarszky N (1935) A Chara-félék monografiája a hazánkban eddig megfigyelt fajainak és formáinak elősorolásával. In: Béla M: Matematikai és Természettudományi Értesitő. A M. Tud. Akadémia III. Osztályának Folyoirata. LII Kötet. Kiadja a Magyar tudományos Akadémia, Budapest, 459–469 [enthält nur ungarische Angaben von Characeen, keine österreichischen].

Filarszky N (1937) Idegenföldi Chara-félék határazása. In: Béla M: Matematikai és Természettudományi Értesitő. A M. Tud. Akadémia III. Osztályának Folyoirata. LV. Kötet. Kiadja a Magyar tudományos Akadémia, Budapest, 476–495 [enthält nur ungarische Angaben von Characeen, keine österreichischen].

Filarszky N (1941) A Charafélék monográfiájának kísérlete. Mathematikai és Természettudományi Közlemények XXXIX(1): 1–170.

Fill S (1991) Die Evertebraten-Besiedelung neu angelegter Tümpel im Mühlauer Fuchsloch (Innsbruck) unter besonderer Berücksichtigung der Chironomiden. Diplomarbeit, Universität Innsbruck.

Findenegg I (1953) Kärntner Seen naturkundlich betrachtet. Carinthia II. 15. Sonderheft. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten, Klagenfurt, 101 pp.

Fischer M, Oswald K, Adler W (2008) Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3., verbesserte Auflage. Land Oberösterreich, OÖ Landesmuseen, Linz, 1392 pp.

Fischnaler C (1879) Franz Freiherr von Hausmann. Sein Leben und Wirken. Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum 3(23): 1–30.

Foissner I (1981) Licht- und electronenmikroskopische Untersuchungen an Riesenmitochondrien von *Nitella flexilis*. Phyton (Austria) 21: 39–51.

Foissner I (2004) Microfilaments and microtubules control the shape, motility, subcellular distribution of cortical mitochondria in characean internodal cells. Protoplasma 224: 145–157. https://doi.org/10.1007/s00709-004-0075-1

Foissner I (2008) Microfilaments, microtubules and mitochondria in characean internodal cells. In: Schoefs B (Ed.) Plant Cell Compartments – Selected topics. Research Signpost, Trivandrum, 239–250.

Foissner I, Sommer A, Hoeftberger M, Hoepflinger MC, Absolonova M (2016) Is Wortmannin-Induced Reorganization of the trans-Golgi Network the Key to Explain Charasome Formation? Frontiers in Plant Science 7: [article] 756. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00756

Foissner I, Wasteneys GO (2000) Actin in characean internodal cells. In: Staiger C, Baluska DF, Volkmann D, Barlow P (Eds) A dynamic framework for multiple plant cell functions. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Boston, London, 259–274. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9460-8_15

Foissner I, Wasteneys GO (2012) The characean internodal cell as a model system for studying wound healing. Journal of Microscopy 247: 10–22. https://doi.org/10.1111/j.1365-2818.2011.03572.x

Foissner I, Wasteneys GO (2014) Characean internodal cells as a model system for the study of cell organization. In: Kwang WJ (Ed.) International Review of Cell and Molecular Biology. Academic Press, Burlington, 307–364. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800179-0.00006-4

Forsberg C (1965) Environmental conditions of Swedish charophytes. Symbolae botanicae Upsalienses 18(4): 1–67.

Fox AD, Stīpniece A (2024) Interactions between stoneworts (Charales) and waterbirds. Biological Reviews 99: 390–408. https://doi.org/10.1111/brv.13027

Frahm JP, Eggers J (2001) Lexikon deutschsprachiger Bryologen. Eigenverlag, Books on Demand, 672 pp.

Franz WR (2019) Gedenken an tit. Ao. Univ.-Prof. Dkfm. Dr. phil. Robert Krisai (1932–2019). Carinthia II 210/130: 240–241.

Friedl M, Prochinig U, Lorenz E, Reichmann M, Schönhuber M, Wieser G, Malle P (2022) Qualitätselement Makrophyten Wörthersee. Wiederholungsbeobachtung 2021. Teil A Bewertung. Kärntner Institut für Seenforschung, Klagenfurt am Wörthersee, 41 pp.

Funk CH (1794a) IX. Botanische Exkursion nach dem Untersberg. Botanisches Taschenbuch für die Anfänger dieser Wissenschaft und der Apothekerkunst 1794: 116–128.

Funk CH (1794b) XII. Nachricht von einigen seltenen um Salzburg gesammelten Pflanzen. Botanisches Taschenbuch für die Anfänger dieser Wissenschaft und der Apothekerkunst 1794: 176–193.

Funck CH (1832) Bericht über eine im Jahre 1830 nach den Salzburger und Kärnthner Alpen unternommene botanische Fußreise. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung 15: 481–496.

Gąbka M, Urbaniak J (2024) Chapter 48 *Chara tenuispina*. In: Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT (Eds) Charophytes of Europe. Springer, Berlin, 651–661. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6_48

Gärtner G (2005) Das Characeen-Exsikkatenwerk von Migula, Sydow und Wahlstedt – ein bemerkenswertes Algenherbar im Besitz des Botanischen Institutes der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck (Austria). Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum 85: 225–230.

Gärtner G (2006) Ein bemerkenswertes Vorkommen von *Chara contraria* A. Braun ex Kützing (Grünalgen, Charophyceae, Streptophyta) im Stadtgebiet von Innsbruck (Tirol, Österreich). Veröffentlichungen des Tiroler Landesmuseums Ferdinandeum 86: 67–74.

Gärtner G, Neuner W (2001) Geschichte der botanischen Erforschung. In: Maier M, Neuner W, Polatschek A: Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg. Band 5. Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck, 587–631.

Gamperer S, Heberling O, Stöhr O, Weinberger M (2006b) Naturraumkartierung Oberösterreich. Biotopkartierung Gemeinde Gschwandt. Endbericht. TB Heberling, Land Oberösterreich. Naturschutzabteilung, Kirchdorf an der Krems. https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0197_0001-0078.pdf

Gamperer S, Heberling O, Leist M, Stöhr O, Weinberger M (2006a) Naturraumkartierung Oberösterreich. Biotopkartierung Gemeinde Vorderstoder. Endbericht. TB Heberling, Land Oberösterreich. Naturschutzabteilung, Kirchdorf an der Krems. https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0214_0001-0195.pdf

Gams H (1936) Beiträge zur pflanzengeographischen Karte Österreichs. 1. Die Vegetation des Grossglocknergebietes. Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien XVI(2), Verlag der zoologisch-botanischen Gesellschaft, Wien, 79 pp.

Gams H (1953) Kleine Kryptogamenflora von Mitteleuropa, Band 2. Verlag von Gustav Fischer, Jena, 282 pp.

Ganterer U (1847) Die bisher bekannten österreichischen Charen, vom morphologischen Standpunkte. Verlag der Carl Haas´sche Buchhandlung, Wien, 21 pp.

García A, Chivas AR (2006) Diversity and ecology of extant and Quaternary Australian charophytes (Charales). Cryptogamie, Algologie 27: 323–340.

Gebhard JN (1821) Verzeichniß der vom Jahre 1804 bis 1819 auf meinen botanischen Reisen durch und in der Steyermark selbst beobachteten, und, bis auf wenige, bereits in meinen Centurien getrocknet gelieferten Pflanzen. Tanzer, Graz, 307 pp.

Gebhardt L (1964) Die Ornithologen Mitteleuropas. Brühlscher Verlag, Giessen, 403 pp.

Geitler L (1948) Über die Teilungsrhythmen in den spermatogenen Fäden der Characeen. Österreichische Botanische Zeitschrift 95: 147–162. https://doi.org/10.1007/BF01249419

Gertz O (1924) Otto Nordstedt. En minnesteckning. Botaniska Notiser 1924: 97–125. https://doi.org/10.25291/VR/1924-VLR-97

Gessner F (1955) Hydrobotanik: die physiologischen Grundlagen der Pflanzenverbreitung im Wasser. Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1218 pp.

Głowacki J (1913) Johann Breidler. Ein Nachruf. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark 50: 2–7.

Gmelin CC (1826) Flora Badensis Alsatica et confinium regionum cis et transrhenana plantas a lacu Bodamico usque ad confluentem Moselae et Rheni sponte nascentes exhibens secundum systema sexuale cum iconibus ad naturam delineatis. Tom. IV. (6), Carlsruhae, 807 pp.

Götzinger MA (2022) Univ.-Prof. Dr. Elsa-Lore Kusel-Fetzmann (1932–2020) als Förderin, Sekretärin und Präsidentin des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse 156–157: 97–99.

Graef W (1977) Charophytenfunde im Miozän von Fohnsdorf/Steiermark. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark 107: 67–71.

Grant MC, Proctor VW (1972) *Chara vulgaris* and *Chara contraria*: Patterns of reproductive isolation for two cosmopolitan species complexes. Evolution 26: 267–281. https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.1972.tb00193.x

Green PB (1962) Mechanism for plant cellular morphogenesis. Science 138: 1404–1405. https://doi.org/10.1126/science.138.3548.1404

Gregor T, Blindow I, Raabe U, Schubert H, Stewart N (2014) (2303) Proposal to conserve the name *Chara hispida* (Characeae) with a conserved type. Taxon 63: 933–934. https://doi.org/10.12705/634.22

Grimburg F (1857) St. Pöltens Umgebung in geognostischer, pflanzengeographischer und öconomischer Beziehung. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 7: 245–256.

Groiß L (2023) Auswirkungen des Makrophytenmanagements an der Alten Donau auf die Artenzusammensetzung submerser Makrophyten. Diplomarbeit / Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Gross M, Böhme M, Havlik P, Aiglstorfer M (2014) The late Middle Miocene (Sarmatian s.str.) fossil site Gratkorn – the first decade of research, geology, stratigraphy and vertebrate fauna. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 94: 5–20. https://doi.org/10.1007/s12549-013-0149-1

Guglia E (1966) Kokeil, Friedrich (1802–1865), Naturwissenschaftler. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 4 (Lfg. 16, 1966): 69. https:/doi.org/10.1553/0x0028227c

Guiry MD (2011) AlgaeBase. In: Guiry MD, Guiry GM. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org [Abfrage: 28.3.2024]

Guiry MD (2024) How many species of algae are there? A reprise. Four kingdoms, 14 phyla, 63 classes and still growing. Journal of Phycology 60(2): 214–228. https://doi.org/10.1111/jpy.13431

Gunn M, Codd LEW (1981) Botanical Exploration Southern Africa. Botanical Research Institute, A. A. Balkema, Kapstadt, 400 pp.

Härtel O (1951) Die Stachelkugeln von *Nitella*. Protoplasma 40: 526–540. https://doi.org/10.1007/BF01247669

Häusler (2020) Wie gelangte das Salz in die Salzlacken? – Zum Stand der Forschung über die Entstehung des „Salzführenden Horizontes" und der Salzböden des Seewinkels. Acta ZooBot Austria 157: 145–157.

Hainz R (2011) Algen. In: Anonymus: Natur in Altenmarkt an der Triesting. Ergebnisse zum Tag der Artenvielfalt 2011. Biosphärenpark Wienerwald Management GmbH, Tullnerbach, 64 pp.

Haris A (2016) Hymenoptera research in the Carpathian Basin (Hymenoptera: *Aculeata*). Natura Somogyiensis 29. Rippl-Rónai Megyei Hatókörű Városi Múzeum, Kaposvár, 246 pp. https://doi.org/10.24394/NatSom.2016.29.2

Hartman CJ (1820) Handbok i Skandinaviens flora, innefattande sveriges och norriges vexter, till och med mossorna: Med inledning, af handlande grunderna for botanikens studium, samt tvanne plancher. Z. Haeggstrom, Stockholm, 350 pp.

Hasitschka-Jenschke G (1960) Beitrag zur Karyologie von Characeen. Österreichische Botanische Zeitschrift 107: 228–240. https://doi.org/10.1007/BF01289453

Hauser E (1996–1997) Biotopkartierung der Traun-Auen bei Fischlham und Saag (Oberösterreich) im Jahr 1993. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 42/43: 343–400.

Hausmann F (1851–1854) Flora von Tirol, ein Verzeichniss der in Tirol und Vorarlberg wild wachsenden und häufiger gebauten Gefässpflanzen: mit Berücksichtigung ihrer Verbreitung und örtlichen Verhältnisse verfasst und nach Koch's Synopsis der deutschen Flora geordnet, 3 Bände, Wagner´sche Buchhandlung, Innsbruck, 1614 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.9855

HBLS (1924) Historisch-Biographisches Lexikon der Schweiz. Türler H, Godet M, Attinger V (Leitung), Deutsche Ausgabe, 2. Band. Basel-Egnach. Administration des Historisch-Biographischen Lexikons der Schweiz, Neuenburg, 792 pp.

Heberling O, Stöhr O, Leeb C, Weinberger M (2007) Naturraumkartierung Oberösterreich. Biotopkartierung Umfahrung Mattighofen. Endbericht. Grün3-GmbH, Landschaftsplanung, -bau und -pflege. Ökologie. Technischer Umweltschutz, Land Oberösterreich, Naturschutzabteilung, Kirchdorf an der Krems, 67 pp. https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0213_0001-0110.pdf

Heimerl A (1903) Schulflora von Oesterreich (Alpen- und Sudetenländer, Küstenland südlich bis zum Gebiete von Triest). Pichler´s Witwe & Sohn, Wien, 543 pp.

Heinrich AJ (1853) Entstehung und Wirksamkeit des natur-historischen Museums zu Klagenfurt. Jahrbuch des Naturhistorischen Landesmuseums von Kärnten 2: 179–203.

Hertel A, Steudle E (1997) The function of water channels in *Chara*: The temperature dependence of water and solute flows provides evidence for composite membrane transport and for a slippage of small organic solutes across water channels. Planta 202: 324–335. https://doi.org/10.1007/s004250050134

Hertzsch H (1855) Zur *Chara filiformis* Hertzsch. Hedwigia 1: 81–82.

Herzig A (2014) Der Neusiedler See – Limnologie eines Steppensees. Denisia 33, zugleich Kataloge des oberösterreichischen Landesmuseums Neue Serie 163: 101–114.

Herzig A (2020) Soda pans – jewels of the Nationalpark Neusiedler See-Seewinkel. An opinion based on limnological data. Acta ZooBot Austria 157: 81–114.

Herzig A, Dokulil M (2001) Neusiedler See – ein Steppensee in Europa. In: Dokulil M, Hamm A, Kohl J-G (Hg., 2001) Ökologie und Schutz von Seen. Facultas Universitätsverlag, 401–415.

Heß D, Heise CM, Schubert H, Hess WR, Hagemann M (2023) The impact of salt stress on the physiology and the transcriptome of the model streptophyte green alga *Chara braunii*. Physiologia Plantarum 175: e14123. https://doi.org/10.1111/ppl.14123

Hilt S, Gross E, Hupfer M, Morscheid H, Mählmann J, Melzer A, Poltz J, Sandrock S, Scharf E-M, Schneider S, van de Weyer K (2006) Restoration of submerged vegetation in shallow eutrophic lakes – guideline and state of the art in Germany. Limnologica – Ecology and Management of Inland Waters 36: 155–171. https://doi.org/10.1016/j.limno.2006.06.001

Hindáková A, Gąbka M, Hrivnák R (2022) Checklist, Red List, and Distribution Pattern of Charophytes (Charophyceae, Charales) in Slovakia Based on Critical Revision of Herbarium Specimens. Diversity 14(11): 897. https://doi.org/10.3390/d14110897

Historischer Verein des Kantons Schwyz [Hrsg.] (2001) Thomas A. Bruhin 1835–1895. Biographie eines Theologen aus Pflicht und Botanikers aus Leidenschaft. Staatsarchiv Schwyz, Schwyz, 188 pp.

Hittmair A (1910) Geschichte der k. k. Universitätsbibliothek in Innsbruck. Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Ferdinandeums, III. Folge, 54. Wagner´sche Universitäts-Buchdruckerei, Innsbruck, 164 pp.

Höfle MA (1850) Die Flora der Bodenseegegend mit vergleichender Betrachtung der Nachbarfloren. Verlag von Ferdinand Enke, Erlangen, 175 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.9653

Höfler K, Fetzmann EL (1959) Algen-Kleingesellschaften des Salzlachengebietes am Neusiedler See I. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 168: 371–386. https://doi.org/10.1007/978-3-662-26734-9_1

Hofer R, Niederholzer R (1978) Einfluß der Rotaugenpopulation auf den Charabestand (Armleuchteralgen) des Möserer Sees (Tirol). Österreichs Fischerei 31: 12–17.

Hoff M, Royer H (2015) Un Herbier C.J.L. Delastre à Strasbourg? Herbier de l'Université de Strasbourg (STR). https://www.societe-botanique-alsace.org/wp-content/uploads/2025/01/delastre_v1.pdf [Abfrage: 10.2.2025]

Hohla M (2022) Flora des Innviertels. Stapfia 115: 1–720.

Hohla M, Diewald W (2024) 18. Characeentagung – 13. bis 18. Juli 2023 in Gmunden (Österreich) – Ergebnisse. Stapfia 118: 69–89. https://doi.org/10.2478/stapfia-2024-0004

Hohla M, Gregor T (2011a) Katalog und Rote Liste der Armleuchteralgen Oberösterreichs. Stapfia 95: 110–140.

Hohla M, Gregor T (2011b) Armleuchteralgen – Lebende Fossilien unserer Gewässer. ÖKO-L 33(4): 21–35.

Hohla M, Gregor T (2012) Die Armleuchteralgen (Characeen) Österreichs – Projektstart! In: 15. Treffen der Österreichischen Botanikerinnen und Botaniker (Innsbruck, 27.9.2012–29.9.2012. Kurzfassungen. Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins Innsbruck. Supplementum 20: 29.

Hohla M, Gregor T (2013) New Project: Characeae in Austria. IRGC News 24: 17.

Hohla M, Gregor T, Pall K (2025) Abteilung Charophyta / Armleuchteralgen. In: Exkursionsflora für Österreich und die gesamten Ostalpen (in Vorbereitung).

Hohla M, Gregor T, Wilhalm T (2020) Die Armleuchteralgen (Characeae) Südtirols. Gredleriana 20: 5–27.

Hohla M, Lenzenweger R, Gumpinger C (2016) Es war einmal „in einem Bächlein helle"! ÖKO-L 38(1): 12–31.

Hohla M, Stöhr O, Brandstätter G, Danner J, Diewald W, Essl F, Fiereder H, Grims F, Höglinger F, Kleesadl G, Kraml A, Lenglachner F, Lugmair A, Nadler K, Niklfeld H, Schmalzer A, Schratt-Ehrendorfer L, Schröck C, Strauch M, Wittmann H (2009) Katalog und Rote Liste der Gefäßpflanzen Oberösterreichs. Stapfia 91, 324 pp.

Holzhausen A (2016) Resilienz aquatischer Ökosysteme – Vitalitätsabschätzungen von Diasporenbanken. Dissertation, Universität Rostock. https://rosdok.uni-rostock.de/file/rosdok_disshab_0000001842/rosdok_derivate_0000038446/Dissertation_Holzhausen_2018.pdf

Holzhausen A, Nowak P, Ballot A, Becker R, Gebert J, Gregor T, Karol KG, Lambert E, Pérez W, Raabe U, Schneider SC, Stewart N, van de Weyer K, Wilde V, Schubert H (2023) Plastid DNA sequences and oospore characters of some European taxa of *Tolypella* section *Tolypella* (Characeae) identify five clusters, including one new cryptic *Tolypella* taxon from Sardinia, but they do not coincide with current morphological descriptions. Frontiers in Plant Science 14: 1096181. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1096181

Holzinger M [Hrsg.] (2015) Franz Grillparzer. Selbstbiographie. Berliner Ausgabe, 4. Auflage. Edition Holzinger. Amazon Fulfillment, Wroclaw, 154 pp.

Holzner W, Edlinger B, van Campen L (1978–1980) H_20-Aufn. Auswahl (hauptsächlich Seen) 1978–1980, unveröff. Manuskript.

Host NT (1797) Nicolai Thomae Host Medic. Doct. Synopsis Plantarum In Austria Provinciisque Adiacentibus Sponte Crescentium. Wappler, Vindobonae, 666 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.124905

Hostettler K (2001) Libellen (Odontata) in Vorarlberg (Österreich). Vorarlberger Naturschau 9: 9–134.

Hudler A (2014) Populationsbiologie und Gefährdung der Krebsschere (*Stratiotes aloides* L.) in Au-Gebieten der Donau in Niederösterreich und Wien. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Hübl E (1992) a. o. Prof. Dr. Wolfgang Holzner zum 50. Geburtstag. Die Bodenkultur 43(3): VII–VIII.

Hy F (1889) Sur les modes de ramification et cortication dans la Famille des Characées. Bulletin de la Société Botanique de France 36: 393–398. https://doi.org/10.1080/00378941.1889.10830484

Infoflora (2025) *Nitella confervacea* (Bréb.) Leonh. https://www.infoflora.ch/de/flora/nitella-confervacea.html [Abfrage: 26.2.2025]

Jabornegg M (1902) Monsignore Dechant David Pacher†. Carinthia II 92/3: 93–98.

Jacquin NJ (1762) Enumeratio stirpium plerarumque, quae sponte crescunt in agro Vindobonensi, montibusque confinibus. Joannis Pauli Kraus, Vindobonae, 355 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.125456

Jäger D (1999) Beiträge zur Characeen-Flora Vorarlbergs. Diplomarbeit, Universität Innsbruck.

Jäger D (2000) Beiträge zur Characeen-Flora Vorarlbergs (Österreich). Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Vereins Innsbruck 87: 67–85.

Jäger D (2005) Die Makrophyten-Vegetation ausgesuchter Fließgewässer des Vorarlberger Rheintals als Grundlage für die Bewertung des ökologischen Zustands. Dissertation, Universität Hohenheim.

Jäger D (2007) Die Armleuchteralge *Nitella confervacea* (Brebisson 1849) A. Braun ex. Leonhardi 1863 (= *Nitella batrachosperma* Thullier acc. Reichenbach 1830) A. Braun 1847, nom illeg.) im Naturschutzgebiet Rheindelta (Vorarlberg, Österreich). Berichte

des naturwissenschaftlichen-medizinischen Vereins Innsbruck 94: 43–50.

Jäger D (2010) Exemplare des Formenkreises *Chara denudata* A. Braun 1847 und *Chara dissoluta* A. Braun ex Leonhardi 1864 aus dem Bodensee. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 23: 29–39.

Jäger D (2012) Rote Liste der Characeen Vorarlbergs (Österreich). Red List of Charophytes of Vorarlberg (Austria). Rostocker Meeresbiologische Beiträge 24: 75–85.

Jäger D (2013) Makrophyten-Vegetation ausgesuchter Gewässer der Jagdberggemeinden. Naturmonographie Jagdberggemeinden: 229–254, Dornbirn.

Jäger D (2014) Die Wasserpflanzen des Grabensystems des Lauteracher Riedes, Vorarlberg / Österreich. Inatura – Forschung online 10: 1–24.

Jäger D (2018) Neunerkanal (Scheibenkanal, Lustenauer Kanal) bei Lustenau (Vorarlberg, Österreich). Entwicklung der Wasserpflanzenvegetation nach Kartierungsergebnissen aus den Jahren 2002, 2008 und 2017. Inatura – Forschung online 62, 11 pp. https://www.inatura.at/forschung-online/ForschOn_2018_062_0001-0011.pdf

Janauer GA (1981) Die Makrophytenvegetation Niederösterreichischer Carbonatgewässer – eine exemplarische Untersuchung. Habilitationsschrift, Universität Wien.

Janchen E (1960) Catalogus Florae Austriae. Ein systematisches Verzeichnis der auf österreichischem Gebiet festgestellten Pflanzenarten. Heft 4, Springer-Verlag, Wien, 711–999.

Janisch C, Lang A, Watzek B (2023) Das Ende des Sees? Die Region Neusiedler See in der Klimakrise. Herausforderungen. Perspektiven. Lösungen. Residenz Verlag, Wien, Salzburg, 272 pp.

Janke ML (2016) Mapping of submerged macrophytes of Lake Constance from Romanshorn, CH to Bregenz, AT. Master´s Thesis, Universität Hohenheim.

Jarosch R (1961) Das Characeen-Protoplasma und seine Inhaltskörper. Protoplasma 53: 34–56. https://doi.org/10.1007/BF01252601

Jarosch R (2005) The alpha-helix, an overlooked molecular motor. Protoplasma 227: 37–46. https://doi.org/10.1007/s00709-005-0136-0

Kammerer H (2023) Bericht. Managementplan für das ESG Nr. 10 „Hörfeldmoor Steiermark" – Botanik & Vegetation. GZ ABT13-129673/2021-7. Grünes Handwerk, Büro für angewandte Ökologie, Stattegg, 60 pp. https://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/12104065_110669261/0eda6bbd/MMP_Hoerfeld_LRT_Botanik_2023.pdf

Kammerer H, Emmerer B (2008) Europaschutzgebiet Nr. 8 „Gersdorfer Altarm". Grundlagenerhebung der Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-RL. Endbericht. Stipa. Büro für Planung & Beratung in angewandter Ökologie, Stattegg, 22 pp.

Kastner H (1965) Die Technische Hochschule Wien. Ihre Gründung, Entwicklung und ihr bauliches Werden. Springer Verlag, Wien, New York, 604 pp. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-5093-1_4

Kaushal SS, Likens GE, Pace ML, Utz RM, Haq S, Gorman J, Grese M (2018) Freshwater salinization syndrome on a continental scale. Proceedings of the National Academy of Sciences 115(4): E574–E583. https://doi.org/10.1073/pnas.1711234115

Keissler K (1936) Siegfried Stockmayer Ein Nachruf. Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien 85: 149–157.

Kim Y, Ye Q, Reinhardt H, Steudle E (2006) Further quantification of the role of internal unstirred layers during the measurement of transport coefficients in giant internodes of *Chara* by a new stop-flow technique. Journal of Experimental Botany 57: 4133–4144. https://doi.org/10.1093/jxb/erl190

KIS (2002, 2003, 2007, 2017, 2018, 2019, 2024) Kärntner Seedaten – Makrophytendatenbank des Landes KIS (Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 8 Umwelt, Energie und Naturschutz).

KIS (2010) Sanierungsprojekt Ossiacher See – Bleistätter Moor. Defizite im Makrophytenbestand des Ossiacher Sees. Datenvergleich und Ursachenbehebung. Joham B, Lorenz E, Fresner R, Schönhuber M (Bearb.). Kärntner Institut für Seenforschung GmbH. Wasserverband Ossiacher See, Feldkirchen, 123 pp.

Kleewein A, Leute GH, Franz WR (2011) Die Wasserpflanzen (Makrophyten) des Wörthersees. In: Honsig-Erlenburg W, Petutschnig W: Der Wörthersee. Aus Natur und Geschichte. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten: 130–138.

Klemun M (1990) Friedrich Welwitsch (1806–1872) (Pflanzengeograph in Kärnten, Begründer des Herbars in Portugal und Erschließer der Flora Angolas). Carinthia II 180/100: 11–30.

Klemun M (2012) Ein „bloß vom privaten Fleiß eines mittellosen Praktikers der Medizin überall gesammeltes Büschel" – Wilhelm Heinrich Kramers (1724–1765) botanische Arbeit. Zoologisch-Botanische Gesellschaft Österreich 148/149: 377–396.

Klemun M, Fischer MA (2001) Von der „Seltenheit" zur gefährdeten Biodiversität (Aspekte zur Geschichte der Erforschung der Flora Österreichs). Neilreichia 1: 85–131.

Klemun M, Hühnel H (2017) Nikolaus Joseph Jacquin (1727–1817) – ein Naturforscher (er)findet sich. Vienna University Press, Verlag V&R unipress GmbH, Göttingen, 650 pp. https://doi.org/10.14220/9783737007108

Kofler A (1987) Naturkundliche Raritäten in Osttirol: Die Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara fragilis*). Osttiroler Heimatblätter 55(10): 4.

Koletić N, Rimac A, Šegota V, Vuković N, Blaženčić J, Alegro A (2021) Updated distribution of rare stonewort *Chara kokeilii* A. Braun (Charophyta) in Southeast Europe with environmental notes. Cryptogamie, Algologie 42(5) 59–66. https://doi.org/10.5252/cryptogamie-algologie2021v42a5

Korsch H (2013) Die Armleuchteralgen (Charophyceae) Sachsen-Anhalts. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 1: 1–85.

Korsch H (2022) Rote Liste und Gesamtartenliste Bayern. Armleuchteralgen (Charophyceae). Stand 2022. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg, 39 pp. https://www.lfu.bayern.de/natur/rote_liste_armleuchteralgen/doc/lfu_nat_00429.pdf

Korsch H, Doege A, Raabe U, van de Weyer K (2013) Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands. 3. Fassung, Stand: Dezember 2012. Haussknechtia, Beiheft 17, 36 pp.

Korsch H, Raabe U, Diewald W, Scheuerer M, Göding H (2011) Zur Verbreitung der Characeae in Südostbayern. Hoppea – Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft 72: 119–138.

Krachler R (2012) Katastrophal, aber nicht hoffnungslos – der Zustand der Salzlacken des Seewinkels. In: Dvorak M, Kirschner A, Korner I, Krachler R, Milasowszky N, Rabitsch W, Werba F, Zulka KP (Krachler R, Red.) Die Salzlacken des Seewinkels. Erhebung des ökologischen Zustandes sowie Entwicklung individueller Erhaltungskonzepte für die Salzlacken des Seewinkels (2008–2011). Naturschutzbund Burgenland, Eisenstadt, 8–17.

Kramer WH (1756) Elenchus vegetabilium Austriae inferioris. Wien, Prag, Triest, 436 pp.

Kraus R, Grass V (2006) Naturraumkartierung Oberösterreich. Biotopkartierung Gemeinde Ried im Traunkreis. Endbericht. AVL – Arge Vegetationsökologie und Landschaftsplanung, Amt der Oö. Landesregierung, Naturschutzabteilung, Kirchdorf an der Krems. https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0206_0001-0162.pdf

Krause W (1980) Zur Gesellschaftsbildung der Characeen der Oberrheinebene. Phytologica 7: 305–317. https://doi.org/10.1127/phyto/7/1980/305

Krause W (1981) Characeen als Bioindikator für den Gewässerzustand. Limnologica 13: 399–418.

Krause W (1983) Zum Formenkreis der *Chara aspera* Willd. in Bayern. Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft 54: 151–160.

Krause W (1985) Über die Standortsansprüche und das Ausbreitungsverhalten der Stern-Armleuchteralge *Nitellopsis obtusa* (Desvaux) J. Groves. Carolinea 42: 31–42.

Krause W (1986) Die Bart-Armleuchteralge *Lychnothamnus barbatus* im Klopeiner See, Kärnten. Carinthia II 176/96: 337–354.

Krause W (1997) Charales (Charophyceae). In: Ettl H, Gärtner G, Heyning H, Mollenhauer D (Hrsg.) Süßwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, 202 pp.

Krause W, Grüttner A (1990) Über einen Fund der *Chara tenuispina* im Bodenseegebiet mit Blick auf die Gesamtverbreitung der Pflanze. Carolinea 48: 31–36.

Krause W, Krause H (1984–1986) Exsikkate Europäischer Characeen. Zweite Auflage, Bände 1 bis 4. Eigenverlag, Aulendorf.

Krautkrämer V (2018) Characeentagung Lunz am See (7.–10.6.2018). Liste der submers gefundenen Makrophyten, unveröff. Protokoll.

Krendl F (2003) *Galium glaucum* L. und *Galium eruptivum* Krendl sp.n. (Rubiaceae). Ann. Naturhist. Mus. Wien 104B: 567–690.

Krewedel G (1992) Die Vegetation von Naßstandorten im Inntal zwischen Telfs und Wörgl. Grundlagen für den Schutz bedrohter Lebensräume. Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck, Suppl 9, 464 pp.

Krisai R, Schmidt R (1983) Die Moore Oberösterreichs. Natur- und Landschaftsschutz in Oberösterreich. Band 6. Amt der Oö. Landesregierung (Hrsg.), Rudolf Trauner Verlag, Linz, 298 pp.

Krocker AJ (1814) Florae Silesiacae renovatae, emendatae, prius ultra nongentas, circa mille, nunc ultra ter mille plantas, silesiae indigenas, auctae etc. 3. Prelo Bieliof, Wratislaviae, 374 pp.

Kubelka W (2015) Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Holzner (31. August 1942 bis 29. Oktober 2014). Neilreichia 7: 301–303.

Khuepach A von (1927) Schlern-Schriften Nr. 14: Das Geschlecht derer von Mörl zu Pfalzen, Mühlen und Sichelbuch (1085–1927). Verlag Wagner, Innsbruck, 1343 pp.

Küster A, Schaible R, Schubert H (2005) Sex-specific light acclimation of *Chara canescens* (Charophyta). Aquatic Botany 83(2): 129–140. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2005.05.009

Kützing FT (1834) Beschreibung einiger neuer Arten der Gattung *Chara*. Flora 17: 705–707.

Kützing FT (1843) Phycologia Generalis: Oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange. F.A. Brockhaus, Leipzig [Part 1: 1–57, 1–142, Part 2, 143–458]. https://doi.org/10.5962/bhl.title.4746

Kützing FT (1845) Phycologia germanica, d. i. Deutschlands Algen in bündigen Beschreibungen. Nebst einer Anleitung zum Untersuchen und Bestimmen dieser Gewächse für Anfänger. W. Köhne, Nordhausen, 340 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.13687

Kützing FT (1849) Species Algarum, F. A. Brockhaus, Lipsiae, 922 pp.

Kum G (2004) Der Einfluss der Öffnungsmaßnahmen auf die Makrophytengemeinschaft im Regelsbrunner Altarmsystem. Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 34: 76–76.

Kum G (2016) Nachuntersuchung der Makrophytenvegetation Detailkartierung von Quertransekten (Kartierungen 2001). Die Makrophytenvegetation der Unteren Lobau. Endbericht 1. Wissenschaftliche Reihe Nationalpark Donauauen 63, 38 pp. https://www.zobodat.at/pdf/NP-Donauauen-WissR_63_0001-0038.pdf

Kuntze O (1865) Carl Otto Bulnheim. Nachruf. Verh. Bot. Ver. Brandenburg 6: XXI–XXV.

Kurz A (1912) Die Lochseen und ihre Umgebung (Altwässer des Rheins bei Rheineck). Dissertation, Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 110 pp.

Kusel-Fetzmann E (1975) Beiträge zur Kenntnis der Algenflora des Neusiedler Sees I. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 183: 5–28.

Kusel-Fetzmann E (1979) The algal Vegetation of Neusiedlersee. Monographiae biologicae 37: 171–202. In: Löffler H (Ed.) Neusiedlersee. The Limnology of a Shallow Lake in Central Europe. Monographiae Biologicae, Vol 37. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-9168-2_16

Kusel-Fetzmann E (1986) Zur Gefährdung der österreichischen Süßwasseralgen. Grüne Reihe des Lebensministeriums – AS_5: 194–199.

Kusel-Fetzmann E (1999) Zur Gefährdung der österreichischen Süßwasseralgen. In Niklfeld H (Gesamtleitung) Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs, 2. Fassung. Grüne Reihe des Bundesmin. f. Umwelt, Jugend u. Familie 10: 267–275.

Kusel-Fetzmann E, Lew H (1972a) Die Makrophytenvegetation des Klopeiner Sees (Kärnten). Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 112: 94–99.

Kusel-Fetzmann E, Lew H (1972b) 4. Die Makrophytenvegetation im Klopeiner See. In: Löffler H et al. (1972) Arbeitsbericht der limnologischen Exkursion Klopeiner See 1971: 245–248. Limnologische Lehrkanzel der Universität Wien. Carinthia II: 162/82: 235–274.

Kusel-Fetzmann E, Nouak H (1979) Die Makrophytenvegetation des Jeserzer Sees in Kärnten. Carinthia II 169/89: 326–330.

Lack HW (2000) Karl Heinz Rechinger – a life for botany. Flora Mediterranea 10: 11–64.

Lang G (1967) Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 32(4): 437–574.

Lang G (1973) Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. Gustav Fischer Verlag, Jena, 451 pp.

Lang G (1981) Die submersen Makrophyten des Bodensees – 1978 im Vergleich zu 1967. Bericht der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee 26: 1–64.

Lang G (1994) Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. G. Fischer, Jena, 462 pp.

Langangen A (1999) Flere opplysninger om utbredelsen og økologien til kransalgen *Tolypella canadensis* Sawa. [Additional information on the distribution and ecology of the charophyte *Tolypella canadensis*]. Polarflokken 23(1): 15–20.

Langangen A (2017) Calcareous lakes and charophytes collected in Salzkammergut, Austria in 2015. Stapfia 107: 119–125.

Langangen A (2024) Chapter 71 *Sphaerochara canadensis*. In: Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT (Eds) Charophytes of Europe. Springer, Berlin, 951–956. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6_71

Langangen A, Blindow I (1995) The charophyte *Tolypella canadensis* in Scandinavia. Polarflokken 19: 131–137.

Langangen A, Zhakova L (2002) *Tolypella canadensis* Sawa (Charales), a charophyte new to the flora of Russia, with remarks on its ecology and distribution. Časopis Národního muzea, Řada přírodovědná. Journal of the American Museum of Natural History, Ser. 171(1–4): 131–175.

Langangen A, Blindow I, Koistinen M (1997) *Tolypella canadensis* Sawa (Charophyceae), a charophyte new to the flora of Finland. Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica 73: 53–56.

Langangen A, Hansen JB, Mann H (1996) The charophytes of Greenland. Cryptogamie, Algologie 17: 239–257. https://doi.org/10.5962/p.309453

Langangen A, Ballot A, Nowak P, Schneider SC (2019) Charophytes in warm springs on Svalbard (Spitsbergen): DNA barcoding identifies *Chara aspera* and *Chara canescens* with unusual morphological traits. Botany Letters 167(2): 179–186. https://doi.org/10.1080/23818107.2019.1672104

Lange J (1856–1859) Haandbog i den danske Flora, ed. 2. C. A. Reitzel, Kjøbenhavn, 747 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.9747

Larkin DJ, Monfils AK, Boissezon A, Sleith RS, Skawinski PM, Welling CH, Cahill BC, Karol KG (2018) Biology, ecology, and management of starry stonewort (*Nitellopsis obtusa*; Characeae): a red-listed Eurasian green alga invasive in North America. Aquatic Botany 148: 15–24. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304377017303820

Lauber J (1985) Reuss, August Leopold von (1841–1924), Ophtalmologe. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 9 (Lfg. 42, 1985): 97. https:/doi.org/10.1553/0x00284183

Laufer H, Wollenzin M (2011) Der Einfluss von Fischen auf Amphibienpopulationen – eine Literaturstudie. Büro für Landschaftsökologie Laufer. NABU Bundesverband Berlin (Auftraggeber), Offenburg, 54 pp.

LAWA (1998) Gewässerbewertung – stehende Gewässer. Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen noch trophischen Kriterien. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Schwerin, 74 pp.

Lazowski W, Löffler H (1991) Zur Situation der Flußauen in Österreich. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL). Laufener Seminarbeiträge 4/91: 33–39.

Lehr R (1996) Friedrich Simony (1813–1896). Ein Leben für den Dachstein. Stapfia 43: 9–41.

Leithe F (1885) Beiträge zur Kenntnis der Kryptogamenflora von Tirol. Österreichische botanische Zeitschrift 35: 8–12. https://doi.org/10.1007/BF02111783

Lenglachner F, Schanda F (1990) Biotopkartierung Traun-Donau-Auen Linz 1987. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 34/35: 9–188.

Leonhardi H (1863) Ueber die böhmischen Characeen. Lotos – Zeitschrift fuer Naturwissenschaften 13: 69–80.

Leonhardi H (1864) Die bisher bekannten österreichischen Armleuchter-Gewächse besprochen vom morphologischen Standpuncte. Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn 2: 122–224.

Leonhardi H (1865) Nachträge und Berichtigungen zu: Dr. H. Fhr. Leonhardi, die bisher bekannten österreichischen Armleuchter-Gewächse, besprochen vom morphogenetischen Standpuncte. Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn 3: 194–202.

Leonhardi H (1867a) Nachträge und Berichtigungen zu: Dr. H. Fhr. Leonhardi, die bisher bekannten österreichischen Armleuchter-Gewächse, besprochen vom morphogenetischen Standpuncte. Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn 5: 150–158.

Leonhardi H (1867b) Zusatz und Berichtigung zu Bd. II. S. 162–165. Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn 5: 237.

Leonhardi H (1869) Nachträgliche Notizen zu den Characeen Oesterreichs. Lotos – Zeitschrift fuer Naturwissenschaften 19: 62–63.

Leute GH (1977) Pacher, David (1816–1902), Botaniker und Seelsorger. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 7 (Lfg. 33, 1977): 279f. https://www.biographien.ac.at/oebl/oebl_P/Pacher_David_1816_1902.xml

Linné Cv (1753) Species plantarum, eshibentes Plantas rite cognitas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum Systema Sexuale digestas, 2 Bde. Lars Salvius, Stockholm, 1229 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.669

Linsbauer K (1927) Über eigenartige Zellkerne in *Chara*-Rhizoiden. Österreichische Botanische Zeitschrift 76: 249–262. https://doi.org/10.1007/BF01246231

Linsbauer K (1933) Untersuchungen über Plasma und Plasmaströmung an *Chara*-Zellen. Protoplasma 18: 554–595. https://doi.org/10.1007/BF01611946

Löffler H (1988) Alte Donau. Limnologische Projektstudie – Ökosystem Alte Donau. Endbericht. Universität Wien/Wasserstraßendirektion, Wien, 272 pp.

Loiseleur Deslongchamps LA (1810) Notice sur les plantes a ajouter a la flore de france (Flora Gallica); avec quelques corrections et observations. Auteur, Migneret & Gabon, Paris, 169 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.6361

Lotter AF, Ammann B, Schloss S, Tinner W (2016) Gerhard Lang (21.10.1924–19.6.2016). Vegetation History and Archaeobotany 25: 521–523. https://doi.org/10.1007/s00334-016-0588-5

Mädler K (1952) Charophyten aus dem Nordwestdeutschen Kimmeridge. Geologisches Jahrbuch Hessen 67: 1–46.

Mägdefrau K (1992) Volkmar Vareschi 1906–1991. Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft 63: 201–206.

Mähnert B (2015) Allelopathic activity of selected stoneworts. Masterarbeit, Universität Wien.

Mähnert B, Schagerl M, Krenn L (2017) Allelopathic potential of stoneworts. Fottea 17(2): 137–149. https://fottea.czechphycology.cz/artkey/fot-201702-0001_Allelopathic_potential_of_stoneworts.php

Magnus P (1899) Personal-Nachrichten. Österreichische Botanische Zeitschrift XLIX: 378–379. https://doi.org/10.1007/BF01672864

Maier F, Bachmann H, Schlemmer F (1987) Ökologisch wertvolle Biotope in den Gemeinden Grünburg und Molln. Ein Beitrag zur Biotopkartierung von Oberösterreich 1986–1987. Land Oberösterreich, Naturschutzabteilung, 138 pp. https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0096_0001-0139.pdf

Maier R (1985) Makrophyten und Eutrophierungsgrad einiger Salzkammergutseen, insbesondere des Mondsees. ÖKO-L 7(3): 11–16.

Mair E, Grass V (2007) Naturraumkartierung Oberösterreich. Biotopkartierung Gemeinde Hinterstoder. Süd-Ost und Mitte. Endbericht. AVL – Arge Vegetationsökologie und Landschaftsplanung, Amt der Oö. Landesregierung, Naturschutzabteilung, Kirchdorf an der Krems. https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0198_0001-0279.pdf

Makariusová M (2017) Vilhelm (Wilhelm), Jan (1876–1931), Botaniker und Pädagoge. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 15 (Lfg. 68, 2017): 281. https:/doi.org/10.1553/0x0036f090

Mannschreck B (2003) Genetische und morphologische Differenzierung ausgewählter Arten der Gattung Chara. Dissertation, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Technische Universität München.

Marhold K, Feráková V (1993) Brief history of Slovak herbaria. Webbia 48: 247–254.

Markus G (2023) Traunsee: Wo große Musiker Einkehr hielten. Kurier. Ausgabe v. 9.4.2023. https://kurier.at/leben/reise/traunsee-wo-grosse-musiker-einkehr-hielten/402392348 [Abfrage: 21.1.2025]

McConnaughey T (1998) Acid secretion, calcification, photosynthetic carbon concentrating mechanisms. Canadian Journal of Botany 76: 1119–1126. https://doi.org/10.1139/b98-066

Meindl K (1884) Catalogus o.o. canonicorum regularium Reichersberg. J. Feichtinger, Linz, 260 pp.

Melzer A (1994) Möglichkeiten einer Bioindikation durch submerse Makrophyten – Beispiele aus Bayern. Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands 1: 92–102.

Melzer A (1995) Die Makrophytenvegetation des Zeller(-Irr)-Sees und ihre Bedeutung für die Beurteilung des Gewässerzustandes. Limnologische Station der Universität München, Iffeldorf, 148 pp.

Melzer A (1999) Aquatic macrophytes as tools for lake management. Hydrobiologia 395/396: 181–190. https://doi.org/10.1023/A:1017001703033

Melzer A (2001) In Memoriam Dr. Werner Krause. Limnologica 31: 165–166. https://doi.org/10.1016/S0075-9511(01)80014-1

Mettenius C (1882) Alexander Braun's Leben nach seinem handschriftlichen Nachlass. Reimer G., Berlin, 706 pp. https://doi.org/10.1515/9783111690155

Meyen FJF (1827) Beobachtungen und Bemerkungen über die Gattung *Chara*. Linnaea 2: 55–81, pl. 2–3.

Michalek K, Lazowski W, Zechmeister T [Red.] (2012) Burgenländische Feuchtgebiete und ihre Bedeutung im Naturschutz. Naturschutzbund Burgenland, Eisenstadt, 181 pp.

Middelboe AL, Markager S (1997) Depth limits and minimum light requirements of freshwater macrophytes. Freshwater Biology 37: 553–568. https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.00183.x

Migula W (1897) Die Characeen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. In: Dr. L. Rabenhorst´s Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz 5, 2. Aufl. Verlag Eduard Kummer, Leipzig, 765 pp.

Migula W (1898) Synopsis Characearum Europaearum: Illustrierte Beschreibung der Characeen Europas mit Berücksichtigung der übrigen Welttheile. Verlag von Eduard Kummer, Leipzig, 176 pp.

Migula W (1909) Direktor Prof. Dr. Thomé´s Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Band VII: Kryptogamen-Flora. Moose, Algen, Flechten und Pilze. Band II. Algen. 2. Teil. Verlag Friedrich von Zezschwitz, Gera, 383 pp.

Moesz G (1943) Filarszky Nándor emlékezete. Erinnerung am N. Filarszky. Botanikai Közlemények 40: 147–169.

Moog O (2014) Lebensraum Gewässerboden. Denisia 33: 231–249. In: Wöss E: Süßwasserwelten. Limnologische Forschung in Österreich. Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums Linz, 511 pp.

Müller OF (1777) Icones Plantarum sponte nascentium in regnis Daniae et Norvegiae, in ducat-ibus Slesviciet Holsatiae, et in comitatibus Oldenburgi et Delmenhorstiae: ad illustrandum opus de iisdem Plantis, Regio jussu exarandum Florae Danicae nomine inscriptum 5(13). København. Seitenzahl?

Murphy F (2016) Submerged Macrophyte Patterns of Lake Constance 1967–2016. Master´s Thesis. University of Copenhagen, University of Hohenheim.

Nat E (2012) In Memoriam Joop van Raam (*17-08-1941, †01.10.2011). Rostocker Meeresbiologische Beiträge 24: 2–5.

Nat E, Becker R (2024) Chapter 62 *Nitella hyalina*. In: Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT (Eds) Charophytes of Europe. Springer, Berlin, 841–853. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6_62

Neilreich A (1855) Geschichte der Botanik in Nieder-Oesterreich. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 5: 23–76.

Neilreich A (1864) Gallerie österreichischer Botaniker VIII. Franz Unger. Österreichische Botanische Zeitschrift XIV(1): 1–4. https://doi.org/10.1007/BF01674739

Németh J (2005) Red list of algae in Hungary. Acta Botanica Hungarica 47: 379–417. https://doi.org/10.1556/ABot.47.2005.3-4.7

Niklfeld H (1971) Bericht über die Kartierung der Flora Mitteleuropas. Taxon 20: 545–571. https://doi.org/10.2307/1218258

Niklfeld H [(Gesamtleitung)] (1999) Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs. 2. Fassung. Grüne Reihe des Bundesmin. f. Umwelt, Jugend u. Familie 10, austria medienservice, Graz, 291 pp.

Nishiyama T, Sakayama H, de Vries J, Buschmann H, Saint-Marcoux D, Ullrich KK, Haas FB, Vanderstraeten L, Becker D, Lang D, Vosolsobě S, Rombauts S, Wilhelmsson PKI, Janitza P, Kern R, Heyl A, Rümpler F, Calderón Villalobos LIA, Clay JM, Skokan R, Toyoda A, Suzuki Y, Kagoshima H, Schijlen E, Tajeshwar N, Catarino B, Hetherington AJ, Saltykova A, Bonnot C, Breuninger H, Symeonidi A, Radhakrishnan GV, Van Nieuwerburgh F, Deforce D, Chang C, Karol KG, Hedrich R, Ulvskov P, Glöckner G, Delwiche CF, Petrášek J, Van de Peer Y, Friml J, Beilby M, Dolan L, Kohara Y, Sugano S, Fujiyama A, Delaux P-M, Quint M, Theißen G, Hagemann M, Harholt J, Dunand C, Zachgo S, Langdale J, Maumus F, Van Der Straeten D, Gould SB, Rensing SA (2018) The *Chara* genome: Secondary complexity and implications for plant terrestrialization. Cell 174: 448–464. https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.06.033

Noack L (1879) Historisch-biographisches Handwörterbuch zur Geschichte der Philosophie. Erich Koschny, Leipzig, 936 pp.

Nowotny O (2004) Skofitz, Alexander (1822–1892), Pharmazeut und Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 12 (Lfg. 57, 2004): 327f. https:/doi.org/10.1553/0x00284af5

NYBG (2024) Index herbariorum. NYBG Steere Herbarium. https://sweetgum.nybg.org/science/ih/ [Abfrage: 18.11.2024]

Oberleitner I, Wolfram G, Achatz-Blab A (2006) Salzlebensräume in Österreich. Umweltbundesamt, Wien, 216 pp.

ÖNORM M6231 (2001) Richtlinie für die ökologische Untersuchung und Bewertung von stehenden Gewässern. Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.), Wien, 58 pp.

Oertli B, Biggs J, Céréghino R, Grillas P, Joly P, Lachavanne J-B (2005) Conservation and monitoring of pond biodiversity: introduction. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 15: 535–540. https://doi.org/10.1002/aqc.752

Oldorff S, Krautkrämer V (2018) Erfasste submerse Makrophyten im Rahmen des Characeentreffen Deutschlands in Österreich. Zeitraum 04.–10.6.2018. Unveröff. Typoskript, 3 pp.

O'Reilly CL, Cowan RS, Hawkins JA (2007) Amplified fragment length polymorphism genetic fingerprinting challenges the taxonomic status of the near-endemic species *Chara curta* Nolte ex Kütz. (Characeae). Botanical Journal of the Linnean Society 155: 467–476. https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2007.00713.x

Ősi A, Szabó M, Tóth E, Bodor E, Lobitzer H, Kvaček J, Svobodová M, Szente I, Wagreich M, Trabelsi K, Sames B, Magyar J, Makádi L, Berning B, Botfalvai G (2021) A brackish to non-marine aquatic and terrestrial fossil assemblage with vertebrates from the lower Coniacian (Upper Cretaceous) Gosau Group of the Tiefengraben locality near St. Wolfgang im Salzkammergut, Austria. Cretaceous Research 127: 104938. https://doi.org/10.1016/j.cretres.2021.104938

Pacher D (1881, 1884, 1885, 1886, 1887, 1892) Systematische Aufzählung der in Kärnten wildwachsenden Gefäßpflanzen. Jahrbuch des Naturhistorischen Landesmuseums von Kärnten 15: 1–192; 16: 1–161; 17: 49–216; 18: 81–284; 19: 1–54; 22: 25–160.

Pacher D, Jabornegg M (1879) Flora von Kärnten – Jahrbuch des Naturhistorischen Landesmuseums von Kärnten 14: 1–258.

Pagitz K, Huemer P, Jedinger A (2005) GEO-Tag der Artenvielfalt 2005 in Tirol – Erhebungen im Naturpark Kaunergrat. Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Vereins Innsbruck 92: 243–348.

Pagitz K, Aschaber A, Huemer P, Rott E, Landmann A (2012) Geo-Tag der Artenvielfalt 2010 im Naturpark Tiroler Lech. Wissenschaftliches Jahrbuch der Tiroler Landesmuseen 5: 325–371.

Pall K (1996) Die Makrophytenvegetation des Attersees und ihre Bedeutung für die Beurteilung des Gewässerzustandes. In: Pfister P, Haunschmid R, Kostenzer J, Pall K: Oberösterreichischer Seeuferkataster, Pilotprojekt Attersee. Studie im Auftrag der Oberösterreichischen Landesregierung sowie des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 38–86.

Pall K (2014) Ecological Quality Assessment of Lakes by Use of Aquatic Marcophytes. Dissertation, Universität Innsbruck.

Pall K (2016) Makrophyten Schönauer Wasser (Untere Lobau, Nachuntersuchung 2001). Wissenschaftliche Reihe Nationalpark Donauauen 64, 35 pp. https://www.zobodat.at/pdf/NP-Donauauen-WissR_64_0001-0032.pdf

Pall K (2022) Farn- und Blütenpflanzen der Gewässer – eine überdurchschnittlich gefährdete Artengruppe der österreichischen Flora. In: Schratt-Ehrendorfer L, Niklfeld H, Schröck C, Stöhr O (2022) Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs. Stapfia 114: 51–54.

Pall K (2024) Wasserpflanzen in Seenot. Acta ZooBot Austria 160: 157–164.

Pall K, Kum G (2006) Die Makrophytenvegetation in der Unteren Lobau – Voruntersuchungen. Wissenschaftliche Reihe Nationalpark Donauauen 3, 88 pp. https://www.zobodat.at/pdf/NP-Donauauen-WissR_03_0001-0088.pdf

Pall K, Mayerhofer S (2015) EU-Life+Urban Lake Alte Donau. Bepflanzungsmaßnahmen 2014 zur Erhöhung der Biodiversität und zur Förderung der Ausbreitung niederwüchsiger Vegetation. MA 45 „Wiener Gewässer", Systema GmbH, Wien, 29 pp. https://www.digital.wienbibliothek.at/download/pdf/3834409.pdf

Pall K, Moser V (2009) Austrian Index Macrophytes (AIM – Module 1) for lakes – a Water Framework Directive (WFD) compliant assessment system for lakes using aquatic macrophytes. Hydrobiologia 633: 83–104. https://doi.org/10.1007/s10750-009-9871-0

Pall K, Plachy B (2019) Characeenpflanzungen im Rechten Arm der Unteren Alten Donau – Jahresbericht 2019. Im Auftrag der Stadt Wien, MA45.

Pall K, Plachy B (2022) Mondsee 2021 – Makrophytenkartierung und Bewertung nach WRRL.- Untersuchung im Auftrag der Landesregierung Oberösterreich und des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Wien. https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/Formulare/Dokumente%20UWD%20Abt_WW/Makrophyten_Mondsee-2021.pdf

Pall K, Plachy B (2023) Makrophytenkartierung Hintersteiner See 2022 – Bericht. Ergebnisse, Bewertung & Vergleich 2013/2018/2022. KKA 196-0025. TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG. Systema Bio- und Management Consulting GmbH, Wien, 140 pp.

Pall K, Mayerhofer V, Hippeli S (2016) Makrophytenvegetation der großen Salzburger Seen. Wolfgangsee, Fuschlsee, Zeller See – Bewertungsmethodik und Ergebnisse. Land Salzburg, Reihe Gewässerschutz 23, 275 pp. https://www.salzburg.gv.at/umweltnaturwasser_/Documents/Publikationen%20Wasser/Pub-Seen/Makrophytenkartierung_der_gro%C3%9Fen_salzburger_seen_wfz.pdf

Pall K, Mayerhofer V, Mayerhofer S (2010b) Makrophytenkartierung am Vorarlberger Bodenseeufer, Bericht und Bewertung nach WRRL. Umweltinstitut des Landes Vorarlberg, Bregenz (Hrsg.), Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg 60, 65 pp. https:/doi.org/10.4126/98-004053656

Pall K, Mayerhofer V, Mayerhofer S (2011) Makrophytenkartierung Achensee. Bewertung nach WRRL. Untersuchung im Auftrag der Landesregierung Tirol. Chem.-techn. Umweltschutzanstalt. Systema Bio- und Management Consulting GmbH, Wien, 35 pp.

Pall K, Mayerhofer V, Mayerhofer S (2013b) Aquatische Neophyta. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.). Aquatische Neobiota in Österreich – Stand 2013, 151 pp. https://www.zobodat.at/pdf/MON-ALLGEMEIN_0062_0001-0151.pdf

Pall K, Moser V, Hippeli S (2003) Makrophytenkartierung Mondsee. Bericht. Untersuchung im Auftrag der Landesregierung Oberösterreich, System Bio- und Management Consulting GmbH, Wien, 56 pp. https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/Formulare/Dokumente%20UWD%20Abt_WW/Pall%20et%20al.%202003%20systema_Makrophyten_Mondsee_Bericht.pdf

Pall K, Moser V, Hippeli S (2015) Makrophytenvegetation der großen Salzburger Seen. Wallersee, Mattsee, Obertrumer See und Grabensee – Bewertungsmethodik und Ergebnisse. Land Salzburg, Reihe Gewässerschutz 22, 288 pp. https://www.salzburg.gv.at/umweltnaturwasser_/Documents/Publikationen%20Wasser/Pub-Seen/Die_gro%C3%9Fen_Seen_Salzburgs.pdf

Pall K, Plachy B, Pall S (2020a) Makrophytenkartierung Offensee 2019. Bewertung nach WRRL – Bericht. Land Oberösterreich, 125 pp. https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/Formulare/Dokumente%20UWD%20Abt_WW/Pall%20et%20al.%202020%20systema_Makrophyten_Offensee-2019_Bericht%20neu.pdf

Pall K, Plachy B, Pall S (2020b) Makrophytenkartierung Hallstätter See 2019. Bewertung nach WRRL – Bericht. Land Oberösterreich und Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (Auftraggeber). Systema Bio- und Management Consulting GmbH, Wien, 142 pp. https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/Formulare/Dokumente%20UWD%20Abt_WW/Pall%20et%20al.%202020%20systema_Makrophyten_Hallst%C3%A4tter-See-2019_Bericht.pdf

Pall K, Plachy B, Pall S (2024) Monitoring Aquatische Vegetation Asperner See 2023. Bericht. Magistrat der Stadt Wien, Magistratsabteilung 45 – Wiener Gewässer (Auftraggeber). Systema Bio- und Management Consulting GmbH, Wien, 22 pp. https://www.wien.gv.at/spezial/studien/ma45/aspernerseemakrophytenmonitoring2023.pdf

Pall K, Plachy B, Pall S (2025) Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente – Teil B3 – Makrophyten in Seen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (Hrsg.), Wien, 63 pp. https://info.bml.gv.at/dam/jcr:386342b1-c58e-4d19-8f01-e75b5ee51fe1/B3_SE_MPH.pdf

Pall K, Hippeli S, Mayerhofer V, Mayerhofer S (2010a) Makrophytenkartierung Attersee. Bericht. Systema Bio- und Management Consulting GmbH, Wien. https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/Formulare/Dokumente%20UWD%20Abt_WW/Pall%20et%20al.%202010%20systema_Makrophyten_Attersee_Bericht-Kartierung.pdf

Pall K, Plachy B, Habersetzer L, Mayer M, Nagler J, Pall S (2023) Traunsee. WRRL – Makrophyten – 2022. Bericht. Amt der OÖ. Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft. Systema Bio- und Management Consulting GmbH, Wien, 207 pp.

Pall K, Hippeli S, Mayerhofer V, Mayerhofer S, Hoheneder G, Richter M, Pall S (2013a) Seen – Makrophyten. Neusiedler See. Makrophytenkartierung 2008–2011. WRRL-Erhebung nach GZÜV. Landesregierung Burgenland. Systema Bio- und Management Consulting GmbH, Wien, 156 pp.

Papp A (1951) Charophytenreste aus dem Jungtertiär Österreichs. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 160: 279–293.

Pardey A, Christmann K-H, Feldmann R, Glandt D, Schlüpmann M (2005) Die Kleingewässer: Ökologie, Typologie und Naturschutzziele. Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde 67(3): 9–44.

Pascher A (1931) Günther Beck-Mannagetta (Nachruf). Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 49: 105–125. https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1931.tb03113.x

Persoon CH (1807) Synopsis plantarum seu enchiridium Botanicum complectens enumerationem systematicam specierum hucusque cognitarum 2. Treuttel et Würtz, Paris, Cottam, Tübingen, 656 pp.

Pertl-Obermeyer H, Lackner P, Schulze WX, Hoepflinger MC, Hoeftberger M, Foissner I, Obermeyer G (2018) Dissecting the subcellular membrane proteome reveals enrichment of H+ (co-)transporters and vesicle trafficking proteins in acidic zones of *Chara* internodal cells. PLOS ONE 13: e0201480. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201480

Petz-Grabenbauer M (2009) Stockmayer, Siegfried (1868–1933), Botaniker und Mediziner. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 13 (Lfg. 61, 2009): 278f. https:/doi.org/10.1553/0x00284f0d

Petz-Grabenbauer M (2011) Breidler, Johann (1828–1913), Botaniker und Architekt. Österreichisches Biographische Lexikon Online-Edition, Lfg. 1 (1.3.2011). https:/doi.org/10.1553/0x002810f8

Pfeifer L, Mueller K-K, Utermöhlen J, Erdt F, Zehge JBJ, Schubert H, Classen B (2023) The cell walls of different *Chara* species are characterized by branched galactans rich in 3-0-methylgalactose and absence of AGPs. Physiologia Plantarum 175(4): e13989. https://doi.org/10.1111/ppl.13989

Phillips JC, McKinley GA, Bennington V, Bootsma HA, Pilcher DJ, Sterner RW, Urban NR (2015) The potential for CO_2-induced acidification in freshwater: A Great Lakes case study. Oceanography 28: 136–145. https://doi.org/10.5670/oceanog.2015.37

Pichler C (1996) Über den Einfluß des Lichtgenusses auf die Zusammensetzung der Photosynthesepigmente von Characeen. Diplomarbeit, Universität Wien.

Pichler C (1997) Die Characeenflora des Neufelder Sees (Burgenland). Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 134: 33–46.

Pickett-Heaps JD (1975) Green Algae. Structure, reproduction and evolution in selected genera. Sinauer Associates, Sunderland, Mass, 606 pp.

Pilger R (1953) Bericht über den Botanischen Garten und das Botanische Museum Berlin-Dahlem vom 1. März 1943 bis 31. März 1947. Mitteilungen aus dem Botanischen Garten und Museum Berlin-Dahlem, Berlin, Band 1, H1: 1–21.

Pötsch JS, Schiedermayr KB (1872) Systematische Aufzählung der im Erzherzogtume Oesterreich ob der Enns bisher beobachteten samenlosen Pflanzen (Kryptogamen). Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien, 384 pp.

Pokorny A (1854) Vorarbeiten zur Kryptogamenflora von Unter-Oesterreich. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 4: 35–168.

Pott R, Remy D (2000) Gewässer des Binnenlandes. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim), 255 pp.

Prantl v. C (1883) Leonhardi, Hermann Freiherr von. Allgemeine Deutsche Biographie 18: 311–312. Historische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (Hrsg.). https://www.deutsche-biographie.de/pnd116919612.html#adbcontent

Prochinig U (1997) Untersuchung zur Entwicklung des Fischbestandes des Speichers Koralpe. Diplomarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz.

Prochinig U (2020) Millstätter See – Süd AT, 2140000, Bericht (Hauptteil). Natur 2000-Gebietsmanagementplan. Land Kärnten. Erhebung Characeen Millstätter See - Süd (Natur 2000 Gebiet). https://www.ktn.gv.at/Themen-AZ/Details?thema=11&detail=1317 [Abfrage: 27.1.2025]

Prochinig U (2021) Die Schirmförmige Glanzleuchteralge (*Nitella tenuissima* (Desvaux) Kützing – ein Erstnachweis für Österreich). Carinthia II 211/131: 149–154.

Prochinig U (2022) Der Wasserpflanzenbestand im NATURA 2000-Gebiet Penkensee. Carinthia II 212/132: 175–180.

Prochinig U (2023a) Veränderung der Wasserpflanzenbestände im Weißensee (Kärnten). Ein Vergleich der Erhebungen von 2003 mit den Erhebungen von 2016–2018. Carinthia II 211/131: 135–148.

Prochinig U (2023b) Natura 2000 Gebiet Millstätter See-Süd: Österreichs einziges Vorkommen von Najas flexilis Eine botanische Bestandserhebung. Carinthia II 213/133(2): 485–498.

Prochinig U (2025) Makrophytenbestandserhebung Madgalenensee, August 2024. Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 8 – Umwelt, Naturschutz und Klimakoordination. Unterabteilung NSch – Naturschutz. Klagenfurt, 10 pp.

Proctor VW (1971) *Chara globularis* Thuillier (= *C. fragilis* Desvaux): Breeding patterns within a cosmopolitan complex. Limnology and Oceanography 16: 422–436. https://doi.org/10.4319/lo.1971.16.2.0422

Prosenz B (1993) Die Kartierung der Makrophyten in der Mayrbucht 1991. Jahresbericht der Biologischen Station Lunz 14: 132–142.

Pusch J, Barthel K-J, Heinrich W (2015) Die Botaniker Thüringens, Haussknechtia Beiheft 18, 932 pp.

Raabe U (2015) (133) *Ceratophyllum submersum*. In: Niklfeld H (Red.) Floristische Neufunde (124–169). Neilreichia 7: 164.

Raabe U (2024) Drei für das Burgenland/Österreich neue Characeen, *Nitella flexilis*, *Nitella gracilis* und *Nitella mucronata*, und ein Wiederfund, *Chara braunii*. Meeresbiologische Beiträge Rostock 33: 26–36.

Raabe U (2025) Ackersutten – einzigartige „Schatzkisten"! Naturschutzbunt Heft 1 – 2025: 6–7. https://www.noe-naturschutzbund.at/files/noe_homepage/Anlagen/Naturschutz%20bunt/Nbunt_2025_1_Raabe.pdf

Rabenhorst GL (1847) Deutschlands Kryptogamen-Flora oder Handbuch zur Bestimmung der kryptogamischen Gewächse Deutschlands, der Schweiz, des Lombardisch-Venetianischen Königreichs und Istriens. Zweiter Band. Zweite Abteilung: Algen. Eduard Kummer, Leipzig, 216 pp.

Rabitsch W (2006) Geschichte und Bibliographie der Wanzenkunde in Österreich. Denisia 19: 41–94.

Rat der Europäischen Union (2024) Interinstitutionelles Dossier: 2022/0195(COD). https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-6985-2024-INIT/DE/pdf [Abfrage: 10.3.2025]

Ray S, Klenell M, Choo K-S, Pedersén M, Snoeijs P (2003) Carbon acquisition mechanisms in *Chara tomentosa*. Aquatic Botany 76: 141–154. https://doi.org/10.1016/S0304-3770(03)00035-4

Rechinger K (1915) Albert Grunow. Eine bibliographische Skizze. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 65: 321–328.

Rechinger L, Rechinger K (1906) Beiträge zur Flora von Ober- und Mittelsteiermark. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark 42: 142–169.

Rechinger K, Rechinger L (1910) Beiträge zur Flora von Steiermark. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark 46: 38–44.

Rechinger L, Rechinger K (1908) Streifzüge in Deutsch-Neu-Guinea und auf den Salomons-Inseln. Eine botanische Forschungsreise. Dietrich Reimer (Ernst Vohsen), Berlin, 108 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.10989

Reichardt HW (1862) Gallerie österreichischer Botaniker. V. Eduard Fenzl. Österreichische Botanische Zeitschrift XII(1): 1–11. https://doi.org/10.1007/BF02052115

Reichardt HW (1868) Miscellen. 29. Ein zweiter Standort von *Tolypella prolifera* (Ziz) in Nieder-Oesterreich. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 14: 66–67.

Reichardt HW (1873) Die Armleuchtergewächse (Characeen) und ihr Vorkommen in Niederösterreich. Blätter des Vereines für Landeskunde von Niederösterreich 7(1 u. 2): 8–10.

Reichelt G (2002) Dr. Werner Krause 20.3.1911–5.10.2000. Schriften der Baar 45: 206–207.

Reichenbach HGL (1830–1832) Flora Germanica excursoria ex affinitate regni vegetabilis naturali disposita sive principia synopseos plantarum in Germania terrisque in Europa media adjacentibus sponte nascentium cultarumque frequentius. Insunt plantae Acroblastae et Phylloblastae. C. Cnobloch, Lipsiae, 878 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.309

Reuss AER (1873) Beiträge zur Flora von Nieder-Oesterreich. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 23: 41–48.

Reuß L (1819) Flora von Reichersberg, Peter Ambrosi, Passau, 286 pp.

Reuß L (1831) Flora des Unter=Donau=Kreises oder Aufzählung und kurze Beschreibung der im Unter=Donau=Kreise wildwachsenden Pflanzen. Pustet´sche Druckerei, Passau, 291 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.6691

Richter M (2004) Die Makrophyten des Neusiedler Sees. Dissertation, Universität Wien.

Riedl H (1980) Pötsch, Ignaz Sigismund (1823–1884), Mediziner und Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 8 (Lfg. 37, 1980): 148. https:/doi.org/10.1553/0x002838f7

Riedl-Dorn C (1984) Reichardt, Heinrich Wilhelm (1835–1885), Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 9 (Lfg. 41, 1984): 28. https:/doi.org/10.1553/0x002840c5

Riedl-Dorn C (1988) Sarnthein, Ludwig Gf. von (1861–1914), Botaniker und Verwaltungsbeamter. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 9 (Lfg. 45, 1988): 426f. https:/doi.org/10.1553/0x002847a1

Riedl-Dorn C (2007) Schultes, Joseph August. In: Neue Deutsche Biographie (NDB). Band 23: 692–694. Duncker & Humblot, Berlin. https://daten.digitale-sammlungen.de/0001/bsb00019558/images/index.html?seite=712

Rieseberg TP, Holzhausen A, Bierenbroodspot MJ, Zhang W, Abreu IN, de Vries J (2024) Conserved carotenoid pigmentation in reproductive organs of Charophyceae. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 379: 20230372. https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0372

Ripplinger S [Hrsg.] (2024) Joseph Joubert. Gedankenspiele. Schriften und Briefe. Matthes & Seitz, Berlin, 332 pp.

Rögl F, Zapfe H, Bernor RL, Brzobohaty RL, Daxner-Höck G, Draxler I, Fejfar O, Gaudant J, Herrmann P, Rabeder G, Schultz O, Zetter R (1993) Die Primatenfundstelle Götzendorf an der Leitha (Obermiozän des Wiener Beckens, Niederösterreich). Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt 136(2): 503–526.

Rössler W (1988) II. Rückblick. Zur Geschichte des Institutes für systematische Botanik (heute: Institut für Botanik) der Karl-Franzens-Universität Graz. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark 118: 17–88.

Romanov RE, Kopyrina LI (2016) *Tolypella canadensis* (Charales, Charyophyceae) in Asia: final evidence of its circumpolar distribution. Nova Hedwigia 102(3–4): 423–427. https://doi.org/10.1127/nova_hedwigia/2015/0317

Romanov R, Becker R, Iberite M, Barinova S, Gregor T, Mesterházy A (2024) Chapter 45 *Chara squamosa*. In: Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT (Eds) Charophytes of Europe. Springer, Berlin, 613–625. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6_45

Romero-Alvarez D, Escobar LE, Varela S, Larkin DJ, Phelps NBD (2017) Forecasting distributions of an aquatic invasive species (*Nitellopsis obtusa*) under future climate scenarios. PLOS ONE 12(7): e0180930. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180930

Rose KC, Ferrer EM, Carpenter SR, Crowe SA, Donelan SC, Garçon VC, Grégoire M, Jane SF, Leavitt PR, Levin LA, Oschlies A, Breitburg D (2024) Aquatic deoxygenation as a planetary boundary and key regulator of Earth system stability. Nature Ecology & Evolution 8: 1400–1406. https://doi.org/10.1038/s41559-024-02448-y

Ross RS (1996) „Chemie und Mikroskop am Krankenbette". Mark Aurel Hoefle (1818–1855) und die frühe Entwicklung der Klinischen Chemie in Heidelberg. Medizinhistorisches Journal 31(1/2): 121–146.

Roth AG (1800) Catalecta Botanica quibus plantae novae et minus cognitae describuntur atque illustrantur 2. Fr. Gleditschiana, Lipsiae, 269 pp.

Rott E (2008) Karwendel. Wissenschaftliches Jahrbuch der Tiroler Landesmuseen 5: 374–380.

Rott E, Pfister P (2005) Algen und Blaualgen (Algae et Cyanobacteria) unter Mitarbeit von David Oberkofler und Ludwig Pernegger. In: Pagitz K, Huemer P, Jedinger A (Hrsg.) GEO-Tag der Artenvielfalt 2005 in Tirol – Erhebungen im Naturpark Kaunergrat. Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck 92: 312–318.

Rott E, Pfister P, Gesierich D (2009) Algen (inkl. Blaualgen / Cyanobakterien). In: Pagitz K (Hrsg.) Geo-Tag der Artenvielfalt 2008 in Tirol – Alpenpark Karwendel. Wissenschaftliches Jahrbuch der Tiroler Landesmuseen 2: 171–211.

Rott E, Pall K, Schneider S, Jäger D (2007) Bemerkenswerte Characeen-Funde in Nordtirol (Ergebnis einer Tagung). Berichte des Naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck 94: 31–42.

Rott E, Hofmann G, Pall K, Pfister P, Pipp E (1997) Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Fließgewässern in Österreich. Teil 1: Saprobielle Indikation. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien (Hrsg.), 73 pp.

Rott E, Binder N, van Dam H, Ortler K, Pall K, Pfister P, Pipp E (1999) Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2 Trophieindikation und autökologische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien (Hrsg.), 248 pp.

Ruprecht FJ (1845) Distributio cryptogamarum vascularium in Imperio Rossico. Beiträge der Pflanzenkunde des Russischen Reiches. Dritte Lieferung. Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Petropoli, 56 pp.

Ruzek S (2011) Vergleich der Laichplatzsituation der Amphibien in den Donauauen bei Altenwörth (NÖ) vor und nach der Durchführung von Dotationsmaßnahmen. Masterarbeit, Universität Wien.

Saccardo PA (1869) Flora Veneta. Sommario. Valentiner e Mues Libraj-Editori, Milano, 208 pp.

Saccardo PA (1895) La botanica in Italia. Materiali per la storia di questa scienza. Venezia, Tip. Carlo Ferrari, 236 pp.

Sailer F-S (1841) Die Flora Oberöstreichs. Erster Band. Quirin Haslinger, Linz, 348 pp.

Sailer F-S (1844) Flora der Linzergegend und des oberen und unteren Mühlviertels in Oberösterreich. Linz, 54 pp.

Sand-Jensen K, Jensen RS, Gomes M, Kristensen E, Martinsen KT, Kragh T, Baastrup-Spohr L, Borum J (2018) Photosynthesis and calcification of charophytes. Aquatic Botany 149: 46–51. https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2018.05.005

Sattmann H (2021) Diesing (Dising), Karl Moritz (Karl Moriz, Carl Moritz, Carolo Mauritio, Karol Maurycy) (1800–1867), Mediziner und Parasitologe. https:/doi.org/10.1553/0x002812e3

Sauberer N (2007) Der Naturraum Feuchte Ebene. Eine wenig bekannte, aber bemerkenswerte Landschaft. Naturschutz bunt 2007(1): 3–4.

Sauberer N (2019) Die (fast) verschwundenen Moorlandschaften der Feuchten Ebene – Naturschutz – Nachrichten des Niederösterreichischen Naturschutzbundes 2019(3): 13–14.

Sauter AE (1837) Schilderung der Vegetationsverhältnisse in der Gegend um den Bodensee und in einem Theil Vorarlbergs. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung 20: 1001–1072.

Sauter AE (1850) Nekrolog. Joseph Traunsteiner, Apotheker zu Kitzbühl in Tyrol. Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung 33: 364–367.

Sauter AE (1864) Kryptogamen-Flora des Pinzgaues. Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde 4: 163–216.

Sawa T (1973) Two new species of *Tolypella* (Characeae) from North America. Journal of Phycology 9: 472–482. https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.1973.tb04123.x

Schaffer H (1996) Die Verbreitung von Characeen, aquatische Moosen und Höheren Wasserpflanzen in der österreichische Donau. Masterarbeit, Universität Wien.

Schagerl M (2022) Elsa-Lore Kusel-Fetzmann (9.3.1932–16.4.2020) – ein persönlicher Nachruf. Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse 156/157: 93–95.

Schagerl M, Renaut RW (2016) Dipping into the Soda Lakes of East Africa. In: Schagerl M (Ed.) Soda Lakes of East Africa. Springer International Publishing, Cham, 3–24. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28622-8_1

Schagerl M, Pichler C (2000) Pigment composition of freshwater charophyceae. Aquatic Botany 67: 117–129. https://doi.org/10.1016/S0304-3770(99)00095-9

Schaible R (2006) Studien zur Parthenogenese bei *Chara canescens* (Charophyceae). Dissertation, Universität Rostock.

Schaible R, Schubert H (2008) The occurrence of sexual *Chara canescens* populations (Charophyceae) is not related to ecophysiological potentials with respect to salinity and irradiance. European Journal of Phycology 43: 309–316. https://doi.org/10.1080/09670260801930348

Schaible R, Bergmann I, Schubert H (2009b) A survey of sexually reproducing female and male populations of *Chara canescens* (Charophyta) in the National Park Neusiedler See-Seewinkel (Austria). Cryptogamie Algologie 30(4): 279–294. https://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/articles/pdf/cryptogamie-algologie2009v30f4a15.pdf

Schaible R, Bergmann I, Schubert H (2011) Genetic structure of sympatric sexually and parthenogenetically reproducing population of *Chara canescens* (Charophyta). ISRN Ecology 2011: [Article] 501838. [13 pp.] https://doi.org/10.5402/2011/501838

Schaible R, Bergmann I, Boegle M, Schoor A, Schubert H (2009a) Genetic characterisation of sexually and parthenogenetically reproductive populations of *Chara canescens* (Charophyceae) using AFLP, rbcL, and SNP markers. Phycologia 48(2): 105–117. https://doi.org/10.2216/08-58.1

Schanda F, Lenglachner F, Schanda I, Hausleithner W, Holzer T (2004) Naturraumkartierung Oberösterrreich. Biotopkartierung Gemeinde Schlierbach. Endbericht. Dipl-Ing. Franz Schanda, Büro für Landschaftsökologie, Landschaftsplanung und Naturschutzplanung, Land Oberösterreich, Naturschutzabteilung, Kirchdorf an der Krems. https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0207_0001-0223.pdf

Schauer T (1978) Die Vegetation des Vilsalpsees und der Traualpseen bei Tannheim in Tirol. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 43: 103–121.

Scheffer M, Jeppesen E (1998) Alternative Stable States. In: Jeppesen E, Søndergaard M, Søndergaard M, Christoffersen K (Eds) The Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes. Springer New York, New York, NY, 397–406. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0695-8_31

Scheiblhofer J, Schranz W (2022) Vielfältige Natur in Hietzing. Lebensregion Biosphärenpark Wienerwald. Biosphärenpark Wienerwald Management GmbH, Tullnerbach, 186 pp. https://www.bpww.at/sites/default/files/download_files/DW-430714-20220523-Wiener-Gemeindebezirksbericht-Hietzing.pdf

Schiedermayr KB (1877a) Aufzählung der in der Umgebung von Linz bisher beobachteten Sporenpflanzen (Kryptogamen). II. Teil. Flechten und Algen. Jahresbericht des Vereins für Naturkunde in Oesterreich ob der Enns zu Linz 8: 1–26.

Schiedermayr KB (1877b) Gallerie österreichischer Botaniker. XXI. Anton Eleutherius Sauter. Österreichische Botanische Zeitschrift XXVII(1): 1–6. https://doi.org/10.1007/BF01618496

Schiedermayr KB (1894) Nachträge zur systematischen Aufzählung der im Erzherzogthume Oesterreich ob der Enns bisher beobachteten samenlosen Pflanzen (Kryptogamen) von Dr. J. S. Poetsch und Dr. C. B. Schiedermayr, hrsg. von der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien im Jahre 1872. Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien, 216 pp.

Schiemer F, Punz W (2012) Die Begründung der Hydrobotanik an der Universität Wien. Zum 80. Geburtstag von Elsa-Lore Kusel-Fetzmann. Schriften Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse 148–150: 157–165.

Schlögel G (1997) Die Verbreitung und quantitative Erfassung der Gewässervegetation in der Lobau. Diplomarbeit, Universität Wien.

Schmidt A (1893) Christian Heinrich Funck. Lebensbild. Carinthia 83: 62–65.

Schmidt R (2000) Auswirkung der Solvay-Emission auf die ökologische Funktionsfähigkeit des Traunsees. Projektstudie der O.Ö. Landesregierung, 574 pp.

Schmidt B, Englmaier P, Raabe U (2015) (133) *Ceratophyllum submersum*: 163–164. In: Niklfeld H Floristische Neufunde (124–169). Neilreichia 7: 157–194.

Schmidt D, van de Weyer K, Krause W, Kies L, Garniel A, Geissler U, Gutowski A, Samietz R, Schütz W, Vahle H-C, Vöge M, Wolff P, Melzer A (1996) Rote Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands. Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 547–576.

Schmieder K (1998) Submerse Makrophyten der Litoralzone des Bodensees 1993 im Vergleich mit 1978 und 1967. Inst. f. Landschafts- und Pflanzenökologie, Universität Hohenheim, 95 pp. https://www.igkb.org/fileadmin/user_upload/Downloads/Publikationen/Blaue_Berichte/blauer_bericht_46.pdf

Schmieder K (2004) Die Characeen des Bodensees. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 13: 179–194.

Schmieder K, Murphy F, Dienst M, Strang I, Boy E, Sanny M, Janke M, Ulma M, Hohner J, Franke G (2017) Die Entwicklung der Characeen-Bestände des Bodensees als Spiegel der trophischen Veränderungen der vergangenen Jahrzehnte. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 27: 81–93.

Schneeweiß GM (2000) Die kurzlebigen Arten der Gattung *Alyssum* (Brassicaceae) in Österreich. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien 102B: 389–407.

Schneider SC, Nowak P, Von Ammon U, Ballot A (2016) Species differentiation in the genus *Chara* (Charophyceae): considerable phenotypic plasticity occurs within homogeneous genetic groups. European Journal of Phycology 51: 282–293. https://doi.org/10.1080/09670262.2016.1147085

Schneyder A (2024) Musik liegt in der Seeluft. Servus Kärnten. https://www.kaernten.at/content/servus-magazin-musik-liegt-in-der-seeluft/ [Abfrage: 22.1.2025]

Schratt L (1988) Geobotanisch-ökologische Untersuchungen zum Indikatorwert von Wasserpflanzen und ihren Gesellschaften in Donaualtwassern bei Wien. Dissertation, Universität Wien.

Schratt L (1993) Charetea fragilis. In: Grabherr G, Mucina L: Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil II: Natürliche waldfreie Vegetation. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, New York, 45–54.

Schratt-Ehrendorfer L (1999) Geobotanisch-ökologische Untersuchungen zum Indikatorwert von Wasserpflanzen und ihren Gesellschaften in Donaualtwässern bei Wien. Stapfia 64: 23–161.

Schratt-Ehrendorfer L, Niklfeld H, Schröck C, Stöhr O (2022) Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Österreichs. Stapfia 114, 357 pp.

Schratt-Ehrendorfer L, Rotter D (1999) Die Donaualtwässer der Lobau bei Wien im Überblick. Stapfia 64: 1–21.

Schröter C, Kirchner O (1902) Die Vegetation des Bodensees. Teil II (enthaltend die Characeen, Moose und Gefäßpflanzen). Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung 31: 1–86.

Schubert H, Holzhausen A, Nowak P (2016) Individualentwicklung der Characeen. In: Arbeitsgruppe Characeen Deutschlands: Armleuchteralgen. Die Characeen Deutschlands. Springer Spektrum, Heidelberg, 57–78. https://doi.org/10.1007/978-3-662-47797-7_6

Schubert H, Blindow I, Bueno NC, Casanova MT, Pełechaty M, Pukacz A (2018) Ecology of charophytes – permanent pioneers and ecosystem engineers. Perspectives in Phycology 5: 61–74. https://doi.org/10.1127/pip/2018/0080

Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT [Eds] (2024) Charophytes of Europe. Springer, Berlin, 700 pp. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6

Schultes JA (1794) Flora Austriaca: enchiridion ad excursiones botanicas, volumen primum. Alb. Ant. Patzowsky, Wien, 215 pp.

Schulz-Weddigen I, Wollkopf P (2004) Ludwig Leiner, Museumsgründer und Schöpfer des Leiner-Herbars in Konstanz. Berichte der Botanischen Arbeitsgemeinschaft Südwestdeutschland, Beiheft 1: 15–24.

Schur FPJ (1857) Die Siebenbürgischen Characeen. Österreichische Botanische Zeitschrift 7: 358–359, 367–368. https://doi.org/10.1007/BF02073233

Schur FPJ (1870) Phytographische Fragmente. XCIX. Characeen der Flora von Wien. Österreichische Botanische Zeitschrift 20: 201–203. https://doi.org/10.1007/BF01615998

Schwarz A-M, de Winton M, Hawes I (2002) Species-specific depth zonation in New Zealand charophytes as a function of light availability. Aquatic Botany 72: 209–217. https://doi.org/10.1016/S0304-3770(01)00201-7

Schwimmer J (1933) P. Th. A. Bruhin. Einiges aus dem Leben eines Pflanzen- und Tierkundigen. Alemania 7: 205–208.

Seyser T (2017) Inventarisierung der Vegetation von Krebsscherengewässern im Nationalpark Donau-Auen. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Sichler M, Eder E, Pröls S, Fischer W, Wecker M, Granzin S (2004) Naturraumkartierung Oberösterreich. Biotopkartierung Gemeinde Klaus an der Pyhrnbahn. Katastralgemeinde Steyrling. Endbericht. Dipl.-Biologe Markus Sichler, AG Biotopschutz und Landschaftsökologie, Land Oberösterreich, Naturschutzabteilung, Kirchdorf an der Krems. https://www.zobodat.at/pdf/GUT-NAT_0201_0001-0294.pdf

Sinkevičienė Z (2024) Chapter 30 *Chara filiformis*. In: Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT (Eds) Charophytes of Europe. Springer, Berlin: 443–453. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6_30

Skofitz (1860) Gallerie österreichischer Botaniker. III. Christian Brittinger. Österreichische Botanische Zeitschrift X/7: 209–213. https://doi.org/10.1007/BF01962989

Smettan H (1981) Die Pflanzengesellschaften des Kaisergebirges/Tirol. Jubiläums-Sonderband Verein zum Schutze der Bergwelt, München mit Tabellenteil und Vegetationskarte, 191 pp.

Smith JE (1810) English Botany; Or, Coloured Figures of British Plants, with Their Essential Characters, Synonyms, and Places of Growth: To which Will be Added, Occasional remarks 30. R. Taylor & C., London, 298 pp.

Søndergaard M, Johansson LS, Lauridsen TL, Jørgensen TB, Liboriussen L, Jeppesen E (2010) Submerged macrophytes as indicators of the ecological quality of lakes. Freshwater Biology 55: 893–908. https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02331.x

Soulié-Märsche I (1989) Etude comparée de gyrogonites de Charophytes actuelles et fossiles et phylogénie des genres actuels. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 237 pp.

Speta F (1988a) Die botanische Erforschung des Mühlviertels. Kat. OÖ. Landesausstellung 1988/Beiträge, 147–158. https://www.zobodat.at/pdf/KATOOE_MUE_88_0147-0158.pdf

Speta F (1988b) Sauter, Anton Eleutherius (1800–1881), Botaniker und Mediziner. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 9 (Lfg. 45, 1988): 445f. https://www.biographien.ac.at/oebl/oebl_S/Sauter_Anton-Eleutherius_1800_1881.xml

Speta F (1991) Schiedermayr, Karl (1818–1895), Mediziner und Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 10 (Lfg. 47, 1991): 112f. https:/doi.org/10.1553/0x00285127

Speta F (1994) Leben und Werk von Ferdinand Schur. Stapfia 32, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums Neue Folge 75: 1–334.

Speta F (2002) Kusel-Fetzmann Elsa Leonore *1932 Mödling/NÖ Pflanzenphysiologie. In: Keintzel B, Korotin I (Eds) Wissenschaftlerinnen in und aus Österreich: Leben – Werk – Wirken: 428–432, Böhlau Verlag, Wien, 428–432.

Speta F (2006) Otto Stapf (1857–1933), ein Oberösterreicher, der in Kew Karriere machte. Linzer biologische Beiträge 38/1: 217–276.

Speta F, Speta E, Hohla M (2019) Vater und Sohn Vierhapper - zwei Leben für die Botanik. Eine Familiengeschichte im Kontext des botanischen Umfeldes. Stapfia 110: 1–202.

Stafleu FA, Cowan RS (1976) Taxonomic literature: a selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types. Volume I: A–G, Second edition. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 1136 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.48631

Stafleu FA, Cowan RS (1981) Taxonomic literature: a selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types. Volume III: Lh–O, Second edition. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht/Antwerpen, 980 pp. https://doi.org/10.5962/t.207599

Stafleu FA, Cowan RS (1986) Taxonomic literature: a selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types. Volume VI, Sti–Vuy. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht/Antwerpen, 926 pp. https://doi.org/10.5962/t.206495

Stahlberg R (2006) Historical overview on plant neurobiology. Plant Signaling & Behavior 1: 6–8. https://doi.org/10.4161/psb.1.1.2278

Statistik Austria (2022) Österreich. Zahlen, Daten, Fakten. 17. Auflage, Statistik Austria, Wien, 147 pp. https://www.statistik.at/fileadmin/publications/oesterreich_zahlen_daten_fakten.pdf

Staudinger M (2020) Biotop. Aktualisierung des Biotopinventars Vorarlberg. Gemeinde Sonntag. AVL Arge Vegetationsökologie und Landschaftsplanung. Jänner 2008. Fassung 18.6.2020, 93 pp. https://apps.vorarlberg.at/archiv/umweltschutz/biotopinventar/Sonntag.pdf

Staudinger S, Grass V (2006) Naturraumkartierung Oberösterreich. Biotopkartierung Gemeinde Spital am Pyhrn/Nord. Endbericht. AVL – Arge Vegetationsökologie und Landschaftsplanung, Lande Oberösterreich, Naturschutzabteilung, Kirchdorf an der Krems https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0208_0001-0342.pdf

Steinhauser G (2008) Cleaner production in the Solvay Process: general strategies and recent developments. Journal of Cleaner Production 16(7): 883–841. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.04.005

Stewart N (2024a) Chapter 9 Provisional Red List of European Charophytes. In: Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT (Eds) Charophytes of Europe. Springer, Berlin, 177–199. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6_9

Stewart N (2024b) Chapter 27 *Chara curta*. In: Schubert H, Blindow I, Nat E, Korsch H, Gregor T, Denys L, Stewart N, van de Weyer K, Romanov R, Casanova MT (Eds) Charophytes of Europe. Springer, Berlin, 397–410. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31898-6_27

Stöhr O, Hils M, Lumasegger M, Gewolf S, Angerer H, Langer C, Latzin S, Schelch D (2014) Biotopkartierung. Europaschutzgebiet Ettenau mit angrenzenden Flächen. Endbericht. Revital Integrative Naturraumplanung GmbH. Amt der Oö. Landesregierung. Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung. Abteilung Naturschutz, Kirchdorf an der Krems, 82 pp. https://www.zobodat.at/pdf/GUTNAT_0813_0001-0083.pdf

Storch F (1857) Skizzen zu einer naturhistorischen Topographie des Herzogthums Salzburg: Band 1. Mayr´sche Buchhandlung, Salzburg, 243 pp.

Strausz V, Drescher A, Hafellner J (2004) Vegetationskundliche Untersuchungen an Auengewässern eines ehemaligen Nebengerinnes der Donau in Linz. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz 50: 59–98.

Strugger S (1929a) Untersuchungen an isolierten Kernen der Internodialzellen von *Chara fragilis* Desv. Zeitschrift für wissenschaftliche Biologie. Abteilung E. Planta 8: 717–741. https://doi.org/10.1007/BF01916894

Strugger S (1929b) Untersuchungen Über Plasma und Plasmaströmung an Characeen. Protoplasma 7: 23–45. https://doi.org/10.1007/BF01612789

Svojtka M (1954) Beck von Mannagetta und Lerchenau, Günther Ritter (1856–1931, Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 1 (Lfg. 1, 1954): 61. https:/doi.org/10.1553/0x00280f7e

Sydow P (1882) Die bisher bekannten europäischen Characeen. Adolf Stubenrauch, Berlin, 104 pp.

Täuscher L (2012) Gratulation zum 80. Geburtstag von Prof. i. R. Dr. phil. Habil. Elsa Leonore Kusel-Fetzmann. Lauterbornia 74: 147–148.

Teubner K, Teubner IE, Pall K, Tolotti M, Kabas W, Drexler S-S, Waidbacher H, Dokulil MT (2022) Macrophyte habitat architecture and benthic-pelagic coupling: Photic habitat demand to build up large P storage capacity and bio-surface by underwater vegetation. Frontiers in Environmental Science 10: 901924. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.901924

Thaler F (1972) Beitrag zur Entwicklungsgeschichte und zum Zellbau einiger Diatomeen. Österreichische Botanische Zeitschrift 120: 313–347. https://doi.org/10.1007/BF01373382

Thaler F (1981) Die Characeen des Atter-, Mond- und Fuschlsees. Arbeiten aus dem Labor Weyregg 5: 164–165.

Thuillier JL (1799) La flore des environs de Paris, ou distribution méthodique des plantes qui y croissent naturellement, faite d'après le système de Linnée; avec le nom et la description de chacune en latin et en français; l'indication de leur floraison, de la couleur des leurs fleurs, et la citation des auteurs qui les ont mieux décrites ou ont donné les meilleures figures, ed. 2. Auteur et H.L. Peronneau, 550 pp.

Till W (2004) Anton Kerner und das Herbarium der Universität Wien. In: Petz-Grabenbauer M, Kiehn M (Hrsg.) Anton Kerner von Marilaun (1831 – 1898). Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW). Österreichisches Biographisches Lexikon / Schriftenreihe Band 9: 49–63.

Tolotti M, Guella G, Herzig A, Rodeghiero M, Rose NL, Soja G, Zechmeister T, Yang H, Teubner K (2021) Assessing the ecological vulnerability of the shallow steppe Lake Neusiedl (Austria-Hungary) to climate-driven hydrological changes unsing a palaeolimnological approach. Journal of Great Lakes Research 47(5): 1327–1344. https://doi.org/10.1016/j.jglr.2021.06.004

Tominaga M, Kimura A, Yokota E, Haraguchi T, Shimmen T, Yamamoto K, Nakano A, Ito K (2013) Cytoplasmic streaming velocity as a plant size determinant. Developmental Cell 27: 345–352. https://doi.org/10.1016/j.devcel.2013.10.005

Trbojević I, Marković A, Šinžar Sekulić J, Subakov Simić G, Romanov R (2024) *Chara squamosa* (Characeae, Charophyceae) in Serbia – insights from the taxonomic revision oft he BEOU charophyte collection and recent field records. Botanica Serbica 48(1): 85–92. https://doi.org/10.2298/BOTSERB2401085T

Tudósnaptár História (2024) Boros Ádám. https://tudosnaptar.kfki.hu/historia/egyen.php?namenev=borosa [Abfrage: 22.1.2025]

Türk R, Riegler-Hager H (2003) Eine bemerkenswerte Flechtensammlung im Kärntner Landesherbar (KL). Wulfenia 10: 171–176.

TUM (2024) Prof. Dr. Arnulf Melzer – curriculum vitae. Technische Universität München. https://www.professoren.tum.de/fileadmin/w00bgr/www/PDF/Melzer_Arnulf_CV_Stand_19.2.15.pdf [Abfrage: 22.1.2025]

UBA (2019) Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie in Österreich. Stand 2019. https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/naturschutz/anhang_i_lebensraumtypen_oesterreich.pdf [Abfrage: 8.10.2024]

UBA (2021) Wasserschatz Österreichs. Grundlagen für nachhaltige Nutzungen des Grundwassers. Umweltbundesamt, Wien, 122 pp.

UBA (2024) Umweltbundesamt. EU-Wasserrahmenrichtlinie. https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/wasser/wrrl [Abfrage: 22.1.2025]

UBA (2025a) Umweltbundesamt. Rote Listen gefährdeter Biotoptypen. https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/naturschutz/rotelisten/biotoptypen [Abfrage: 20.2.2025]

UBA (2025b) Wiener Außenring Schnellstraße Schwechat–Süßenbrunn. Strategische Prüfung Verkehr – Umweltbericht. Umweltbundesamt GmbH in Kooperation mit Technischer Universität Graz und Technischer Universität Wien. https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:b2c25693-eac7-43e0-8a79-df98574ce6d4/SP-V_S1_Umweltbericht.pdf [Abfrage: 10.3.2025]

Ullepitsch J (1885) Ein kleiner Nachtrag zu Voss´ „Versuch einer Geschichte der Botanik in Krain" Laibach 1884. Österreichische Botanische Zeitschrift 35: 59–60. https://doi.org/10.1007/BF01648460

Umrath K (1929) Über Potentialmessungen an *Nitella mucronata* mit besonderer Berücksichtigung der Erregungserscheinungen. Protoplasma 5: 576–597. https://doi.org/10.1007/BF01943373

Umrath K (1934) Der Einfluß der Temperatur auf das elektrische Potential, den Aktionsstrom und die Protoplasmaströmung bei *Nitella mucronata*. Protoplasma 21: 329–334. https://doi.org/10.1007/BF01984523

Unger F (1836) Ueber den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tirol´s. Rohrmann und Schweigerd, Wien, 367 pp. https://doi.org/10.5962/bhl.title.51507

Universität Rostock (2024) Eintrag von „Hendrik Schubert" im Catalogus Professorum Rostochiensium. https://purl.uni-rostock.de/cpr/00000154 [Abfrage: 22.1.2025]

Urban I (1916) Geschichte des Königlichen Botanischen Museums zu Berlin-Dahlem (1815–1913) nebst Aufzählung seiner Sammlungen. Botanisches Centralblatt, Abt. 1, 34: 1–457.

Van Campen L, Edlinger B (1981) Die Makrophytenvegetation des Atter-, Mond- und Fuschlsees. Arbeiten aus dem Labor Weyregg 5: 156–163.

Van de Weyer K (2012) Anmerkungen zu *Chara muscosa* J. Groves et Bullock-Webster in Deutschland und Österreich. Rostocker Meeresbiologische Beiträge 24: 119–124.

Van de Weyer K, Schmidt C (2011) Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchteralgen und Moose) in Deutschland. Band 1: Bestimmungsschlüssel. Fachbeiträge des LUGV, Heft Nr. 19. Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Potsdam, 158 pp.

Van den Berg MS, Coops H, Simons J, de Keizer A (1998) Competition between *Chara aspera* and *Potamogeton pectinatus* as a function of temperature and light. Aquatic Botany 60: 241–250. https://doi.org/10.1016/S0304-3770(97)00099-5

Vannote RL, Minshall GW, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE (1980) The river continuum concept. The Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 37: 130–137. https://doi.org/10.1139/f80-017

Velten W (1876) Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung. Botanische Zeitung 59: 177–182, 193–199, 209–217.

Vielberth J (2017) Die Makrophyten der Altwässer mit *Stratiotes aloides* in Niederösterreich und Wien und ihre Beeinflussung durch landwirtschaftliche Nutzung. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur Wien. Nationalpark Donauauen – Wissenschaftliche Reihe 71: 1–147.

Vierhapper FKM (1898) Zur Systematik und geographischen Verbreitung einer alpinen *Dianthus*-Gruppe. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 107: 1057–1170.

Vilhelm J (1914) Monografická studie o českých parožnatkách [A revision of the Charophyta in the Czech Republic]. Věstník Královské české společnosti nauk, Třída II: 1–168.

Vilhlem J (1920) Příspěvek a poznámky k výzkumu českých parožnatek v r. 1914–1919. Časopis Národního Muzea, roč. XCIV: 1–5.

Vilhelm J (1924a) První příspěvek k poznání variability parožnatek ze Slovenska. In: Věstník Královské České společnosti Nauk. Memoirs de la Société Royales des Sciences de Bohême, Prague, 1–11.

Vilhelm J (1924b) Die geographische Verbreitung der böhmischen Charophyten. Hedwigia 64: 164–174.

Votava A (1914) Beiträge zur Kenntnis der Inhaltskörper und der Membran der Characeen. Österreichische Botanische Zeitschrift 64: 442–455. https://doi.org/10.1007/BF01642454

Wagenitz G (2009) Die Erforscher der Pflanzenwelt von Berlin und Brandenburg. Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin Brandenburg, Beiheft 6: 157–556.

Waitzbauer W (2002) Arnold Schönberg ist in Mattsee unerwünscht. In: Kriechbaumer R (Hg.) Der Geschmack der Vergänglichkeit. Jüdische Sommerfrische in Salzburg: 14 (Schriftenreihe des Forschungsinstitutes für politisch-historische Studien der Dr. Wilfried-Haslauer-Bibliothek). Böhlau Verlag, Wien, Köln, Weimar, 153–174.

Wallmann JH (1853) Försök till en systematisk upställning af växtfamiljen Characeae. P. A. Nordstedt & Söner, Stockholm, 103 pp.

Wang H, Yu D, Xiao K (2008) The interactive effects of irradiance and photoperiod on *Chara vulgaris* L.: concerted responses in morphology, physiology, and reproduction. Hydrobiologia 610: 33–41. https://doi.org/10.1007/s10750-008-9420-2

Wank M (1994) Characeen-Oogonien im Mettersdorfer Badesee (Lavanttal). Carinthia II 184_104: 289–290.

Weisser P (1970) Die Vegetationsverhältnisse des Neusiedlersees. Pflanzensoziologische und Ökologische Studien. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 45: 1–83.

Weitenweber WR (1864) H. von Leonhardi´s Buch über die österreichischen Characeen. Lotos. Zeitschrift für Naturwissenschaften XIV: 117–125.

Welwitsch FMJ (1834) Beiträge zur cryptogamischen Flora Unter-Österreichs. Beiträge zur Landeskunde Oesterreich´s unter der Enns 4: 156–273.

Welwitsch FMJ (1836) Synopsis Nostochinearum Austriae inferioris. Eine systematische Aufzählung der Gallert-Tange des Erzherzogthums Österreich unter der Enns ..., P. P. Mechitaristen, Wien, 30 pp.

Welwitsch FMJ (1857) Systematische Aufzählung der Süsswasser-Algen Unterösterreichs. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 7: 49–68.

Wendelberger E (1995) Die Pflanzenwelt in der Umgebung des Lunzer Obersees. Jahresberichte der Biologischen Station Lunz 15: 113–120.

Wendelberger G (1959) Die Vegetation des Neusiedler See-Gebietes. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse 168: 305–314.

Wenzl I (1987) Semiquantative Erfassung der Makrophytenbestände in stehenden Gewässern von Wien. Diplomarbeit, Universität Wien.

Widorn TR (1976) Niessl von Mayendorf (Maiendorf), Gustav (1839–1919), Geodät, Astronom und Botaniker. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 7 (Lfg. 32, 1976): 126f. https:/doi.org/10.1553/0x00283688

Wiesbauer H (2007) Salzlebensräume in Österreich. In: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft Forsten Umwelt und Naturschutz (Hrsg.) Binnensalzstellen Mitteleuropas. Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz, Erfurt – Monografien Entomologie Hymenoptera 220: 7–14.

Wikimedia (2025) Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Maestro_dei_mesi,_01_giano_bifronte_(anno_vecchio_e_anno_nuovo)_gennaio,_1225-1230_ca._03.JPG [Abfrage: 26.2.2025]

Willdenow CL (1809) Fünf neue Pflanzen Deutschlands. Magazin für die neuesten Entdeckungen in der gesammten Naturkunde, Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin 3: 296–299.

Wimmer R, Moog O (1994) Flussordnungszahlen Österreichischer Fließgewässer, Umweltbundesamt Monographien, Bd. 51. Umweltbundesamt, Wien, 581 pp.

Winkelhofer C (1997) Makrophytenkartierung in Augewässern des österreichischen Donauabschnittes von Stromkilometern 2125 – 2085. Diplomarbeit, Universität Wien.

Winter U, Kirst GO (1991) Partial Turgor Pressure Regulation in *Chara canescens* and its Implications for a Generalized Hypothesis of Salinity Response in Charophytes. Botanica Acta 104: 37–46. https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1991.tb00191.x

Winter U, Soulié-Märsche I, Kirst GO (1996) Effects of salinity on turgor pressure and fertility in *Tolypella* (Characeae). Plant, Cell & Environment 19: 869–879. https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1996.tb00423.x

Winter U, Kirst GO, Grabowski V, Heinemann U, Plettner I, Wiese S (1999) Salinity Tolerance in *Nitellopsis obtusa*. Australian Journal of Botany 47: 337–346. https://doi.org/10.1071/BT97091

Wolfram G, Déri L, Zech S [Red.] (2014) Strategiestudie Neusiedler See – Phase 1. Studie im Auftrag der Österreichisch-Ungarischen Gewässerkommission. Wien–Szombathely, 246 pp. https://wasser.bgld.gv.at/fileadmin/user_upload/Studien/Neusiedler_See/STRATEGY_STUDY_14-06-16_DE_-_final_END.pdf

Wood RD (1960) Linnaean types for Characeae. Transactions of the American Microscopical Society 79: 219–226. https://doi.org/10.2307/3224088

Wood RD (1965) A revision of the Characeae. Monograph of the Characeae. J. Cramer Verlag, Weinheim, 904 pp. https://doi.org/10.2307/2483823

Wurzbach C (1972) Biographisches Lexikon des Kaiserthums Oesterreich. Prokop-Raschdorf. Band 24, Verlag der Universitäts-Buchdruckerei von L. C. Zamarski, Wien, 450 pp.

WWF Österreich und ÖKOBÜRO (2022) Moorschutz und alpiner Bodenschutz. Rechtliche Bewertung und Handlungsbedarf aus Sicht der Alpenkonvention. Februar 2022. https://www.wwf.at/wp-content/uploads/2021/12/OeB_WWF_Moorschutz-und-alpiner-Bodenschutz-2022_final.pdf [Abfrage: 22.1.2025]

Wyklicky H (1985) Das Josephinum: Biographie eines Hauses. Die medicinisch-chirurgische Josephs-Akademie seit 1785. Das Institut für Geschichte der Medizin seit 1920. Brandstätter, Wien, 128 pp.

Zapfe H (1985) Reuss, August Emanuel von (1811–1873), Paläontologe, Geologe und Mineraloge. Österreichisches Biographische Lexikon 1815–1950, Bd. 9 (Lfg. 42, 1985): 97. https:/doi.org/10.1553/0x00284182

Zechmeister T [Hrsg.] (2022) Sanierung von Sodalacken im Gemeindegebiet von Apetlon. Endbericht zu einem LEADER-Projekt der Arbeitsgemeinschaft Natürliche Ressourcen (AGN), Eisenstadt, 183 pp. http://biologische-station.bgld.gv.at/wp-content/uploads/2023/03/2022-Endbericht_Fassung_Dezember22.pdf

5.2. Weitere Quellen

AlgaeBase; ANNO; Arcanum; Kammerhofmuseum Bad Aussee; Austrian Map; Herbarium der Universität Bayreuth; Wissenschaftshistorische Sammlung, Botanischer Garten Berlin, Freie Universität Berlin; Burgerbibliothek Bern Archiv und Handschriftenbibliothek; Herbarium des Botanischen Gartens der Universität Bern; Privatarchiv und Datenbank Karl-Georg Bernhardt; Privatarchiv Alfred Bier; Datenbank Irmgard Blindow; Herbarium des Naturmuseums Südtirol Bozen; Archiv und Herbarium Slovak Academy of Sciences Bratislava; Herbarium Department of Botany & Zoology Brno; Sterbebuch Bruck an der Leitha; Archiv und Herbarium Hungarian National History Museum Budapest; Herbarium University of South Bohemia, Budweis; Carinthia;

Privatarchiv und Datenbank Wolfgang Diewald; Privatarchiv Erich Draganits; Taufregister Hofkirche Dresden; Stiftsarchiv Kloster Einsiedeln; FFH-Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen; Forum Flora Austria; Herbarium Senckenbergianum in Frankfurt am Main; GADM database; GBIF; Geofabrik GmbH; Privatarchiv Christian Gilli; Google Scholar; Google Earth; Google Maps; Archiv und Herbarium Naturkundemuseum und Studienzentrum Joanneum Graz; Archiv und Herbarium Institut für Biologie, Karl-Franzens-Universität Graz; Grazer Stadtarchiv; Grazer Volksblatt; Grundbuchsblatt Infanterieregiment; Infoflora; Archiv Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Nationale Akademie der Wissenschaften, Halle Saale; Datenbank Markus Hofbauer; Datenbank Michael Hohla; Krause-Herbar in Iffeldorf; iNaturalist; Inkscape; Herbarium der Universität Innsbruck; Naturwissenschaftliche Sammlung, Tiroler Landesmuseen-Betriebsgesellschaft m.b.H. Innsbruck; JACQ; Datenbank und Privatarchiv Dietmar Jäger; Herbarium Haussknecht Jena; Kärntner Seedaten – Makrophytendatenbank des Landes KIS (Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 8 Umwelt, Energie und Naturschutz); Herbarium des Kärntner Botanikzentrums Klagenfurt; Archiv des Landesmuseums für Kärnten, Klagenfurt; Klagenfurter Zeitung; Datenbank Heiko Korsch; Privatarchiv Kurt Kracher; Datenbank Volker Krautkrämer; Privatarchiv Stefan Lefnaer; Herbarium Naturalis Biodiversity Center Leiden; Archiv Biodiversitätszentrum Linz, OÖ Landes-Kultur GmbH; Museu Nacional de História Natural e da Ciência, Lisboa; Privatherbar Lenz Meierott; Privatarchiv Sebastian Meis; Privatarchiv Arnulf Melzer; Matriken Pörtschach am Wörthersee; Militärmatriken; Militär-Schematismus des österreichischen Kaiserthumes 1850, kaiserl. königl. Hof- und Staats-Druckerei; Privatarchiv Karin Moosbrugger; mPDF; Botanische Staatssammlung München; Datenbanken des Natural History Museums London und Museus da Universidade de Lisboa; Archiv und Herbarium des Naturhistorischen Museums Wien; NP Donauauen; Neue Freie Presse; observation.org; Österreichischer Soldatenfreund; Österreichisches Staatsarchiv, Conduiteliste Militärärzte; Österreichische Zeitschrift für Pharmacie; Datenbank Silke Oldorff; Archiv Regional Museum in Olomouc; OpenStreetMap; Privatarchiv Karin Pall; Herbarium of the Muséum national d'Histoire Naturelle Paris; Datenbank Peter Pilsl; Pilsner Tagblatt; Herbarium der Karls-Universität Prag; Prager Abendblatt; Datenbank Ulrike Prochinig; QGIS; Privatarchiv und Datenbank Uwe Raabe; R: A Language and Environment for Statistical Computing; Rat der Europäischen Union; Herbarium des Lehrstuhls für Botanik und der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft Regensburg; Archiv und Herbarium Universität Rostock, Institut für Biowissenschaften; Archiv und Herbarium Museum Haus der Natur Salzburg; Archiv Universität Salzburg; Salzburger Nachrichten; Privatarchiv Friedrich Schiemer; Privatarchiv Hendrik Schubert; Privatarchiv Elise Speta; Privatarchiv Josef A. Stempfer; Staatsarchiv St. Gallen; Steirische Alpenpost; Archiv Stift Kremsmünster; Archiv der TIWAG-Tiroler Wasserkraft AG, Innsbruck; Datenbank und Herbarium der Universität für Bodenkultur Wien (WHB); Archiv und Herbarium der Universität Wien; Datenbank Klaus van de Weyer; Sterbebuch Vöcklabruck; Privatarchiv Ernst Vitek; Wasserrahmenrichtlinie WRRL, RL 2000/60/EG; WIKIMEDIA; Wienbibliothek im Rathaus; Wiener Kirchenzeitung für Glauben, Wissen, Freiheit und Gesetz; Wienmuseum; Wiener Stadt- und Landesarchiv; Zobodat; ETA Zürich, Hochschularchiv.

Supplementary material 1

Characeen-Österreich-Datenbank

Authors: Michael Hohla, Heiko Korsch, Markus Hofbauer, Karl-Georg Bernhardt, Wolfgang Diewald, Ilse Foissner, Dietmar Jäger, Karin Pall, Ulrike Prochinig, Michael Schagerl, Klaus van de Weyer, Thomas Gregor

Data type: ods

Explanation note: Literatur-, Beobachtungs- und Belegdaten sind digital verfügbar.

Copyright notice: This dataset is made available under the Open Database License (http://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0). The Open Database License (ODbL) is a license agreement intended to allow users to freely share, modify, and use this Dataset while maintaining this same freedom for others, provided that the original source and author(s) are credited.

Link: https://doi.org/10.1553/biosystecol.4.e154327.suppl1